

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局

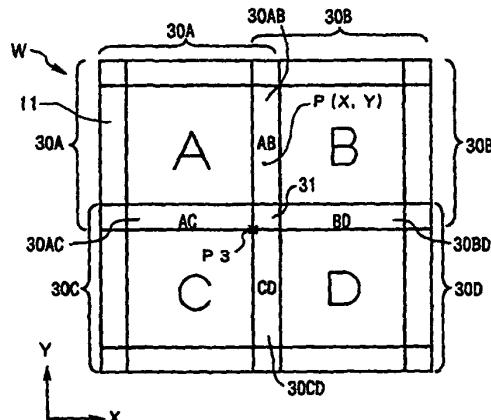
特許協定条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類7 H01L 21/027, G03F 7/20, 1/08	A1	(11) 国際公開番号 WO00/59012
		(43) 国際公開日 2000年10月5日(05.10.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/01540		
(22) 国際出願日 2000年3月14日(14.03.00)		
(30) 優先権データ 特願平11/83178 1999年3月26日(26.03.99) JP		(81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)
(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル Tokyo, (JP)		
(72) 発明者: および (75) 発明者/出願人(米国についてのみ) 近藤 誠(KONDO, Makoto)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル 株式会社 ニコン 知的財産部内 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書
(74) 代理人 大森 聰(OMORI, Satoshi) 〒214-0014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa, (JP)		

(54) Title: EXPOSURE METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称 露光方法及び装置



(57) Abstract

An exposing method in which the total exposure of the portion where four patterns are adjacent to one another is almost equal to that of the other portions when patterns are transferred two-dimensionally by image stitching. Projected images (30A to 30D) of the pattern of a reticle are so stitched as to overlap with one another in both X and Y directions on a wafer to expose the wafer. The distribution of exposure of the rectangular corner parts, i.e., the areas (stitching portions (31)) where four projected images (30A to 30D) are adjacent to one another is determined according to the characteristic which is the product of a first characteristic gradually decreasing in the X direction and a second characteristic gradually decreasing in the Y direction.

(57)要約

複数枚のパターンを2次元的に画面継ぎを行いながら転写する場合、4枚のパターンが隣接する部分での積算露光量を他の部分での積算露光量とほぼ同じにできる露光方法である。ウエハ上にレチクルのパターンの投影像(30A~30D)をX方向、Y方向に一部の領域が重なるよう継ぎ合わせて露光する。4個の投影像(30A~30D)が隣接する領域(継ぎ部(31))では、各投影像(30A~30D)の矩形の角部の露光量分布を、それぞれX方向に次第に減少する第1の特性とY方向に次第に減少する第2の特性と掛け合わせた特性に基づいて設定する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スウェーデン
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドavia	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサオ	共和国	TT トリニダッド・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI ニートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヴニトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジニール	YU ユーロースラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノルウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK テンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明細書

露光方法及び装置

5 技術分野

本発明は、半導体素子、撮像素子（C C D等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程で使用される露光方法及び露光装置に関し、特に複数個のパターンを画面継ぎを行なながら転写（つなぎ露光）して大きなパターンを露光する場合に
10 使用して好適なものである。

背景技術

従来の半導体集積回路は、一般にマスクとしての一枚のレチクルのパ
ターンを基板としてのウエハ上の各ショット領域に転写する工程を繰り
返すことによって製造されていた。これに対して最近、大型化した半導
15 体集積回路デバイスの製造を行うために、転写すべき一つの回路パター
ンの原版パターンを複数枚のレチクルのパターンに分割し、この複数枚
のレチクルのパターンをウエハ上の一つのショット領域に画面継ぎを行
いながら転写する、即ちつなぎ露光する露光方法が用いられている。つ
20 なぎ露光は、「画角合成」とも呼ばれている。

ステッパー等の投影露光装置を用いてつなぎ露光を行う際には、レチ
クルパターンの描画誤差、投影光学系の収差、及びレチクルやウエハを
位置決めするためのステージの位置決め誤差等に起因して、複数のレチ
クルのパターンの像の継ぎ部（境界部）でパターンの切断が生じる恐れ
25 がある。このようなパターンの切断を防止するため、従来より隣接する
パターンの像の継ぎ部を微少な幅だけ重ね合わせて露光を行う方法が開

発されている。

上記の如く画面継ぎを行いながら露光を行う際には、継ぎ部としての重ね合わせ部で二重露光を行っていた。しかしながら、単に二重露光を行うと、その部分の積算露光量が2倍になり、ウエハに塗布された感光剤（レジスト）の特性によっては、現像及びエッチング等を行った後のパターンの継ぎ部の線幅が変化するという不都合がある。
5

そのような継ぎ部でのパターンの線幅の変化を回避するために、例えばレチクルに対して共役となる面に配置された光学フィルタ中で、その継ぎ部に相当する領域に露光光の透過光量を外側に向けて線形に減少させる減光部を設けた投影露光装置が提案されている。この場合、例えば一次元方向に隣接する2つのパターンの像の重ね合わせ部では、二重露光の際の露光量の分布が互いに対称に傾斜した分布となるため、重ね合わせ部での積算露光量は他の部分の積算露光量と一致する。言い換えると、その際の重ね合わせ部の減光特性は1次元の関数で規定されていたことになる。
10
15

これに関して、最近は半導体集積回路が更に大型化しているため、複数枚のレチクルのパターンの像を2次元的に高精度に継ぎ合わせて露光する必要性が高まっている。しかしながら、重ね合わせ部の減光特性が所定方向に一次元的に減少している状態で、そのように2次元的に画面継ぎを行う場合、隣接する4枚のパターンの像の角部が重なる領域では、20
25
4重露光後の積算露光量がその他の部分での積算露光量と異なるようになって、その角部に形成される回路パターンの線幅が変化するという不都合がある。

本発明は斯かる点に鑑み、複数枚のパターンを2次元的に画面継ぎを行いながら露光する場合、4枚のパターンが隣接する部分での積算露光量が他の部分での積算露光量（露光量）とほぼ同じになるような露光方

法を提供することを第1の目的とする。

更に本発明は、そのような露光方法を実施できる露光装置、及びそのような露光装置の製造方法を提供することを第2の目的とする。

更に本発明は、そのような露光方法を使用するデバイス又はマスクの
5 製造方法を提供することも目的とする。

発明の開示

本発明による第1の露光方法は、基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、その各パターンよりも大きいパターンをその基板上に露光することにおいて、複数のパターン（30A～30D）を互いに交差する第1方向（X方向）及び第2方向（Y方向）にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、4個のパターンが隣接する領域（31）ではこの4個のパターンの角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、その4個のパターンをそれぞれ露光する際に、このパターンの角部の露光量をその第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、その第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定するものである。

斯かる本発明によれば、その4個のパターンの角部での露光量の減光特性がそれぞれ2次元的な特性に設定されているため、4重露光後の積算露光量は他の部分での積算露光量とほぼ同じになる。また、その2次元的な特性は、互いに交差する一次元的な特性を掛け合わせたものであるため、例えばそのような減光特性を有する減光フィルタを容易に製造することができる。

この場合、その隣接する4個のパターンの内の一つのパターンのその角部を露光する際に、例えば図4に示すように、その角部のその第1方向及び第2方向の幅をそれぞれa及びbとして、その角部の頂点を原点

としてその第1方向及び第2方向に沿ってその角部の内側に増加する座標をそれぞれx及びyとすると、その角部での露光量を $(x/a) \cdot (y/b)$ に比例する値に設定することが望ましい。他の3個の角部でもそれぞれその特性を次第に回転した特性に設定することによって、4重露光後の角部の積算露光量は他の部分での積算露光量と正確に一致する。

次に、本発明による第2の露光方法は、基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、その各パターンよりも大きいパターンをその基板上に露光する露光方法において、複数のパターン(32A～32D)を互いに交差する第1方向(X方向)及び第2方向(Y方向)にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、4個のパターンが隣接する領域(33, 34)ではそれぞれ斜めに対向する第1及び第2の一対のパターンの内で、その第1の一対のパターン(32A, 32D)についてはそれぞれの矩形の角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、その第2の一対のパターン(32B, 32C)についてはそれぞれの三角形の角部(33, 34)をその矩形の角部の内部で隣接させて露光するものである。

斯かる本発明によれば、その4個のパターンが隣接する領域の一方の三角形の領域(33)では、隣接する3個のパターン(32A, 32B, 32D)の角部が重ね合わせて露光され、他方の三角形の領域(34)では、隣接する3個のパターン(32A, 32C, 32D)の角部が重ね合わせて露光される。そして、それらの角部はそれぞれ外側に向けて所定の特性で露光量が減少しているため、積算露光量は他の領域とほぼ等しくなる。

次に、本発明の第1の露光装置は、マスク(R)のパターンを基板(W)上に転写する露光装置において、そのマスクを照明する照明光学

系（1～3、6～8）と、その照明光学系内でそのマスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、そのマスク上の照明領域を設定する視野絞り（4）と、その基板の位置決めを行う基板ステージ（25）と、そのマスクのパターン面の近傍の面、又はそのパターン面に対する共役面の近傍の面上に配置されて、そのパターン面の交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域の少なくとも一つの角部に対応する領域の露光用の照明光に対する透過率を、その第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、その第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する減光フィルタ（55）と、を有するものである。この露光装置によって、本発明の第1の露光方法が使用できる。

また、本発明による第2の露光装置は、その第1の露光装置の減光フィルタの代わりに、次のような特性を持つ減光フィルタ（56）を設けたものである。即ち、この減光フィルタは、このパターン面の互いに交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域のそれぞれ斜めに対向する第1及び第2の一対の角部の内で、その第1の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率をその第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性、又はその第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性に基づいて設定し、その第2の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を、この一対の角部の対向する方向に沿って外側に広がった三角形状の領域内で、その第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性とその第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを加算した特性に基づいて設定するものである。この第2の露光装置によって、上記の第2の露光方法が使用できる。

次に、本発明による第3の露光方法は、基板上で周辺部が部分的に重

なる少なくとも2つの領域にそれぞれパターンを転写する露光方法において、そのパターンに照射される照明光のその基板上での光量をその少なくとも2つの領域が重なる部分で徐々に減少させる減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得るために、その減光フィルタに設けられる少なくとも1つのマークパターンを検出するものである。

斯かる本発明によれば、その減光フィルタによりそのパターンに照射される照明光のその基板上での光量をその少なくとも2つの領域が重なる部分で徐々に減少させるため、その部分での積算露光量は他の部分とほぼ等しくなる。また本発明では、その減光フィルタに設けられるマークパターンを検出し、その減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得る。これにより、その得られた情報に基づいて、その減光フィルタとそのパターンとの相対的な位置決め精度を高めることができ、つなぎ露光後のデバイスの線幅精度等を向上させることができる。

この場合、その得られた情報に基づいて、そのパターンが形成されるマスクとその減光フィルタとの相対関係を調整することが望ましい。

また、その得られた情報に基づいて、その減光フィルタが配置される光学系内での光軸方向に関するその減光フィルタの位置と傾斜との少なくとも一方を調整することが望ましい。

また、本発明による第3の露光装置は、基板上で周辺部が部分的に重なる少なくとも2つの領域にそれぞれパターンを転写する露光装置において、そのパターンに照射される照明光のその基板上での光量をその少なくとも2つの領域が重なる部分で徐々に減少させる減光フィルタと、その減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得るために、その減光フィルタに設けられる少なくとも1つのマークパターンを検出する検出装置とを備えたものである。この第3の露光装置によって、本発明の第3の露光方法が使用できる。

この場合、その減光フィルタの位置と回転との少なくとも一方を調整するために、その減光フィルタを駆動するアクチュエータを更に備えることが望ましい。

また、その検出装置は、その減光フィルタとそのパターンが形成されるマスクとの相対位置情報と相対回転情報との少なくとも一方を検出すことが望ましい。
5

また、その減光フィルタは、そのパターンが形成されるマスクのパターン面、又はその共役面から離れて配置されることが望ましい。

次に、本発明によるデバイス製造方法は、本発明の露光方法を用いる
10 か、又は本発明の露光装置を用いて、デバイスパターンを感光基板上に転写する工程を含むものである。

また、本発明によるマスクの製造方法は、本発明の露光方法を用いた
マスクの製造方法であって、その露光方法を用いてマスク基板上に複数
15 のマスクパターンを画面継ぎを行いながら転写する工程を含むものである。この際に複数のマスクパターンを縮小転写することによって、そのマスク基板上に直接電子線描画装置等を用いてマスクパターンを描画する方式に比べて、高精度かつ高スループットでマスクを量産できる。

また、本発明によるマスクは、本発明の露光方法又は露光装置によつ
て画面継ぎを行いながら転写されたデバイスパターンをマスクパターン
20 とするものである。

次に、本発明による第1の露光装置の製造方法は、マスクのパターン
を基板上に転写する露光装置の製造方法において、そのマスクを照明す
る照明光学系と、その照明光学系内でそのマスクのパターン面に対して
実質的に共役な位置に配置されて、そのマスク上の照明領域を設定する
25 視野絞りと、その基板の位置決めを行う基板ステージと、そのマスクの
パターン面の近傍の面、又はそのパターン面に対する共役面若しくはそ

の近傍の面上に配置されて、そのパターン面の交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域の少なくとも一つの角部に対応する領域の露光用の照明光に対する透過率を、その第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、その第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する減光フィルタとを所定の位置関係で組み上げるものである。

また、本発明による第2の露光装置の製造方法は、マスクのパターンを基板上に転写する露光装置の製造方法において、そのマスクを照明する照明光学系と、その照明光学系内でそのマスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、そのマスク上の照明領域を設定する視野絞りと、その基板の位置決めを行う基板ステージと、そのマスクのパターン面の近傍の面、又はそのパターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置されて、そのパターン面の互いに交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域のそれぞれ斜めに対向する第1及び第2の一対の角部の内で、その第1の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率をその第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性、又はその第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性に基づいて設定し、その第2の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を、この一対の角部の対向する方向に沿って外側に広がった三角形状の領域内で、その第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性とその第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを加算した特性に基づいて設定する減光フィルタとを所定の位置関係で組み上げるものである。

また、本発明による第3の露光装置の製造方法は、基板上で周辺部が部分的に重なる少なくとも2つの領域にそれぞれパターンを転写する露光装置の製造方法において、そのパターンに照射される照明光のその基

板上での光量をその少なくとも 2 つの領域が重なる部分で徐々に減少させる減光フィルタと、その減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得るために、その減光フィルタに設けられる少なくとも 1 つのマークパターンを検出する検出装置とを所定の位置関係で組み上げるものである。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態の一例で使用される投影露光装置を示す概略構成図である。図 2 は、図 1 中のレチクルブラインド 4 の構成例を示す拡大図である。図 3 は、図 1 中の位置決め装置 5 の可動ステージの構成を示す拡大斜視図である。図 4 は、図 1 中の濃度フィルタ 5 5 の透過率分布を示す図である。図 5 は、図 4 の濃度フィルタ 5 5 を用いて画面継ぎを行ながら転写を行って得られる投影像を示す図である。図 6 は、レチクルブラインドによって不完全部を除く方法の説明図である。図 7 は、本発明の実施の形態の他の例の濃度フィルタ 5 6 の透過率分布を示す図である。図 8 は、図 7 の濃度フィルタ 5 6 を用いて画面継ぎを行いながら転写を行って得られる投影像を示す図である。図 9 は、濃度フィルタ 5 5 に防塵用の薄膜を設けた実施の形態の要部を示す一部を切り欠いた図である。

20

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な第 1 の実施の形態につき図面を参照して説明する。

図 1 は、本例の投影露光装置の概略構成を示し、この図 1 において、露光時に光源 1 から射出された露光用の照明光（露光光） I L は、不図示のシャッタを通過してミラー M 1 で反射された後、インプットレンズ

及びオプティカル・インテグレータ（フライアイレンズ又はロッドレンズ）等を含む照度均一化光学系2に入射して、照度分布が均一化される。照度均一化光学系2中で転写対象のレチクルRのパターン面に対するフーリエ変換面には、照明光の開口数、ひいてはコヒーレンスファクタ（ σ 値）を決定する開口絞り（不図示）が配置されている。

照度均一化光学系2を通過した照明光ILは、リレーレンズ3を経て可変視野絞りとしてのレチクルブラインド4に入射する。レチクルブラインド4は、一例として図2に示すように、2枚の移動自在のL字型の遮光板41, 42の4箇所のエッジ41A, 41B, 42A, 42Bで囲まれる可変開口（斜線を施した領域）Sによって、レチクルR上の照明領域（露光画角）を決定する。

図1において、レチクルブラインド4を通過した照明光ILは、濃度フィルタ55を通過して後述のように画面継ぎを行いながら露光（つなぎ露光）する際に適した照度分布を与えられる。即ち、減光フィルタとしての濃度フィルタ55は、つなぎ露光する際の継ぎ部の積算露光量を他の部分の積算露光量と同一にするための透過率分布を有している（詳細後述）。濃度フィルタ55を通過した照明光は、リレーレンズ6、光路折り曲げ用のミラー7及びコンデンサレンズ8を経て、転写用の原版パターンの形成されたレチクルRのパターン面（下面）を照明する。リレーレンズ6及びコンデンサレンズ8に関してレチクルRのパターン面に共役な面を面P1とすると、レチクルブラインド4の配置面は面P1に近接し、濃度フィルタ55のフィルタ形成面は面P1から僅かにレチクルR側にずれた位置に設定されている。濃度フィルタ55の作用によって、照明光ILはレチクルRのパターン領域の周辺部で次第に小さくなる照度分布を有し、レチクルRの照明領域内のパターンは、投影光学系PLを介して投影倍率 β （ β は1/4, 1/5等）で、基板としての

フォトレジストが塗布されたウエハ (wafer) W上に投影される。

光源1、ミラーM1、照度均一化光学系2、リレーレンズ3、レチクルブラインド4、濃度フィルタ55、リレーレンズ6、ミラー7、及びコンデンサレンズ8等から照明光学系が構成されている。照明光ILとして、本例では水銀ランプのi線（波長365nm）が使用されているが、解像度を高めるためには、照明光ILとしてKrF（波長248nm）やArF（波長193nm）等のエキシマレーザ光、F₂レーザ光（波長157nm）、Ar₂レーザ光又はYAGレーザの高調波等のより短波長の紫外光を使用することが望ましい。以下、投影光学系PLの光軸に平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図1の紙面に平行にX軸を、図1の紙面に垂直にY軸を取って説明する。

このときレチクルRはレチクルステージ21上に保持され、レチクルステージ21はレチクルベース22上をX方向、Y方向、回転方向に微動して、レチクルRの位置決めを行う。レチクルステージ22の位置は、レチクルステージ駆動系23内に組み込まれたレーザ干渉計によって計測され、この計測値及び装置全体の動作を統轄制御する主制御系24からの制御情報に基づいて、レチクルステージ駆動系23はレチクルステージ21の動作を制御する。

一方、ウエハWは、不図示のウエハホルダを介してウエハステージ25上に保持され、ウエハステージ25はウエハベース26上でX方向、Y方向にステップ移動する。ウエハステージ25のXY平面内の位置はレーザ干渉計27によって計測され、この計測値及び主制御系24からの制御情報に基づいて、ウエハステージ駆動系28はウエハステージ25の動作を制御する。更に、ウエハステージ25は、オートフォーカス方式でウエハWの表面を投影光学系PLの像面に合わせ込む。ウエハステージ25上のウエハWの近傍には、ピンホールを通過した光を集光

して光電変換する照度センサ 6 3 が固定され、マーク検出系としても機能する照度センサ 6 3 の検出信号が主制御系 2 4 に供給されている。

また、レチクルステージ 2 1 の近傍には、不図示であるガレチクルステージ 2 1 上のレチクルを交換するレチクルローダ、及び画面継ぎに使用される複数のレチクルが収納されたレチクルライブラリが設置され、
5 レチクルステージ 2 1 上のレチクル R を別のレチクルと高速に交換できるように構成されている。

そして、露光時には、ウエハ W 上の一つのショット領域中の所定の部分へのレチクル R のパターンの縮小像の露光が終わると、ウエハステージ 2 5 のステップ移動によってウエハ W 上の次のショット領域の対応する部分が投影光学系 P L の露光領域に移動して露光を行うという動作が、
10 ステップ・アンド・リピート方式で繰り返される。その後、レチクル R が別のレチクルと交換され、交換されたレチクルのパターンの縮小像がそのウエハ W 上の各ショット領域に対して画面継ぎを行いながら露光され、
15 以下レチクルの交換と、つなぎ露光とが繰り返される。

なお、複数枚のレチクルを使用する代わりに、レチクル R として大型のレチクルを使用し、このレチクルのパターン面からレチクルブラインド 4 によって順次選択された複数のパターンを画面継ぎを行いながらウエハ上に各ショット領域に転写するようにしてもよい。

20 また、濃度フィルタ 5 5 は、可動テーブル 5 3 及び可動テーブル 5 2 を介して不図示のベース（図 3 のベース 5 1）上に 6 自由度で移動できるように配置されており、主制御系 2 4 が駆動系 2 9 を介して濃度フィルタ 5 5 の位置及び傾斜角を制御できるように構成されている。可動テーブル 5 2、5 3 等から濃度フィルタ 5 5 の位置決め装置 5 が構成されている。
25 同様にレチクルブラインド 4 の開口の形状も不図示の駆動系を介して主制御系 2 4 が設定することができる。

さて、本例の投影露光装置では、ウエハW上の各ショット領域への露光に際して、上記のように複数のレチクルのパターンの縮小像を画面継ぎを行いながら露光（つなぎ露光）する。この際に、隣接する2つのパターンの縮小像の境界部では所定幅の継ぎ部（つなぎ部）を重ね合わせて露光すると共に、4個のパターンの縮小像が隣接する領域では、その4個の縮小像のそれぞれの隅の継ぎ部としての角部を重ね合わせて露光する。これによって、最終的にその継ぎ部に形成される回路パターンの切断を防止している。

ところが、単に複数の縮小像を重ね合わせて露光すると、積算露光量が他の部分よりも増加してしまうため、本例では濃度フィルタ55を用いて各レチクルのパターンの縮小像を露光する際に、その周辺部の照度（ひいては露光量）を低くしている。なお、そのようにつなぎ露光する際に、レチクルパターンによってはその継ぎ部（例えば、第1パターンの転写時に照明光ILで露光される1つのショット領域内の第1部分と、第2パターンの転写時に照明光ILで露光されるその1つのショット領域内の第2部分との重畠部）に必ずしもデバイス用の回路パターンが存在しない、あるいは回路パターンが存在してもその接続部が存在しないこともあり得る。この場合でも積算露光量をその他の領域に合わせるために、濃度フィルタ55が有効である。以下、濃度フィルタ55の支持方法、フィルタの構成及び使用方法につき説明する。

まず、図1において、本例では濃度フィルタ55のフィルタ面の透過率分布によってレチクルRのパターン面での照度分布を設定するため、理論的にはそのフィルタ面はレチクルRのパターン面と共に面P1上にあるのが望ましいが、この際にそのフィルタ面に欠陥部や塵等の異物が存在すると、その欠陥部や異物もレチクルRのパターンと共にウエハW上に転写される恐れがある。そこで、濃度フィルタ55のフィルタ面

は、面P 1から僅かにレチクル側もしくは光源側に離れた位置（デフォーカスされた位置）に配置されている。但し、そのフィルタ面の異物を少なくできる環境下では、その濃度フィルタ5 5のフィルタ面を面P 1上に設置してもよい。

5 この場合、つなぎ露光後のデバイスの線幅精度等を向上させようとすると、継ぎ部での照明光ILの照度分布を高精度に制御する必要があると共に、レチクルRと濃度フィルタ5 5との相対的な位置決め精度を高める必要がある。例えば、図5において、X方向に隣接する投影像30Aと投影像30Bとを継ぎ部30ABで重ね合わせて露光する場合、継ぎ部30ABのX方向の幅は一定に値に維持する必要があり、照度分布の均一性から図1の濃度フィルタ5 5の面P 1に対するデフォーカス量は、周辺でほぼ等しくする必要がある。
10
15

そこで、レチクルRと濃度フィルタ5 5との相対的な位置関係を所定の状態に設定するために、可動テーブル5 2, 5 3を含む位置決め装置5が使用される。

図3は、濃度フィルタ5 5用の位置決め装置5の構成例を示し、この図3において、図1のウェハステージ25上でのX方向、Y方向、Z方向に対応する方向をそれぞれX方向、Y方向、Z方向としている。そして、可動テーブル5 3の開口部6 1を覆うように濃度フィルタ5 5が設置され、可動テーブル5 2の開口部を覆うように可動テーブル5 3が設置され、可動テーブル5 2はベース5 1上に取り付けられている。この場合、可動テーブル5 2は、3軸の駆動モータ5 2A～5 2Cによってベース5 1に対してX方向、Y方向への並進移動と、Z軸の回りの回転との3自由度の微調整ができるように配置され、可動テーブル5 3は、25 3個の駆動モータ5 3Dによって可動テーブル5 2に対してZ方向への並進移動と、X軸の回り及びY軸の回りの回転との3自由度の微調整が

できるように配置される。6軸の駆動モータ52A～52C, 53Dにはそれぞれ移動量又は回転角を検出するエンコーダが備えられ、これらのエンコーダの検出結果が図1の駆動系29に供給されている。

また、図1において主制御系24が、投影光学系PLの露光領域に照度センサ63を移動させて、露光用の照明光ILの照射を開始させた後、ウエハステージ25を駆動して照度センサ63でその露光領域を横切らせて、ウエハステージ25の座標に対応させて照度センサ63の検出信号を取り込むことによって、濃度フィルタ55の位置及び回転角をモニタする。この際に、例えば濃度フィルタ55及びレチクルRの双方に対応するように位置合わせ用マークを設けておき、これらの位置合わせ用マークの像の位置も検出することによって、濃度フィルタ55のレチクルR上での投影像と、レチクルRとの位置関係（X方向の位置関係、Y方向の位置関係、及びZ軸回りの相対回転の少なくとも1つ）を高精度に検出することができる。主制御系24は、このように検出される位置関係が所定の関係になるように、駆動系29を介して駆動モータ52A～52C, 53Dの動作を制御することによって、濃度フィルタ55の位置決めを行う。

この際に、濃度フィルタ55の周辺の2箇所の位置合わせ用マークの像のコントラストより対応する位置のデフォーカス量を求め、このデフォーカス量が等しくなるように濃度フィルタ55の光軸に沿った方向の位置を制御してもよい。これにより、濃度フィルタ55のZ方向の位置（デフォーカス量）と一次元の傾斜量（回転角）とを調整することができる。なお、濃度フィルタ55の1つの位置合わせ用マークの像のみを照度センサ63で検出して、濃度フィルタ55のデフォーカス量を調整するだけでもよいし、あるいは濃度フィルタ55の少なくとも3箇所に設けられる位置合わせ用マークの像を照度センサ63で検出して、濃度

5 フィルタ 5 5 のデフォーカス量に加えて二次元の傾斜量（回転角）を調整してもよい。また、濃度フィルタ 5 5 の位置及び回転角のうち、少なくとも Z 方向の位置（デフォーカス量）及び回転角を検出するときには、レチクル R 上の位置合わせ用マークを用いずに、濃度フィルタ 5 5 の位置合わせ用マークのみを照度センサ 6 3 などで検出するだけでもよい。

10 さらに、レチクル上の位置合わせ用マークの代わりにレチクルステージ 2 1 に設けられる基準マークを用いてもよい。

15 なお、図 3において、駆動モータ 5 2 A～5 2 C, 5 3 D の代わりにマニュアル駆動のマイクロメータヘッドを使用して、例えば露光中断中にオペレータが手動で濃度フィルタ 5 5 の位置を調整するようにしてもよい。

20 また、濃度フィルタ 5 5 を他の透過率分布を有する濃度フィルタと交換するようにしてもよい。このように濃度フィルタを交換する際には、可動テーブル 5 3 に設けられた取っ手 6 2 を用いて、可動テーブル 5 2 から可動テーブル 5 3 を引き抜けばよい。

次に、濃度フィルタ 5 5 のフィルタの透過率分布につき説明する。

25 図 4 (a) は、濃度フィルタ 5 5 のフィルタ部の透過率分布を示す図であり、図 4 (a) において、図 1 の X 方向、Y 方向に対応する方向をそれぞれ x 方向、y 方向としてある。また、濃度フィルタ 5 5 のフィルタ部に形成されている格子パターンは、座標を示すために仮想的に描いたパターンであり、実際にはそのフィルタ部内の透過率は 1 (100%) と 0 (0%) との間で実質的に連続的に変化している。即ち、そのフィルタ部内には極めて微細な多数のドットパターンが、位置によって各ドットパターンの大きさと密度とを変えて所望の透過率分布が得られるように形成されている。なお、透過率が 1 であるとは、濃度フィルタ 5 5 用の透過性の基板自体の透過率をいう。また、ドットパターンから発生

する回折光及び照明光学系の光学特性（ディストーションなど）をも考慮して、レチクル又はウエハ上で所望の照明光量分布が得られるよう ドットパターンの大きさと密度とを調整してその透過率分布を設定することが望ましい。

5 そのような濃度フィルタ 5 5 は、透過性の基板上にクロム等の遮光膜を形成し、その上に電子線レジストを塗布し、その上に電子線描画装置によって対応するパターンを描画した後、現像、エッチング及びレジスト剥離等の工程を経ることによって製造することができる。この製造工程で一部の領域に欠陥又は連続するエッジ等が形成された場合でも、そのフィルタ面はレチクル Rとの共役面からデフォーカスしているため、その欠陥等がウエハ上に転写されることはない。そこで、その濃度フィルタ 5 5 のデフォーカス量は、濃度フィルタ 5 5 の製造時の電子線描画装置の描画精度、及びウエハ上での露光量（ドーズ）の誤差に対する許容度等をも考慮して設定される。

15 図 4 (a) の濃度フィルタ 5 5 の矩形のフィルタ部において、つなぎ露光する際に重ね合わせて露光する x 方向の両端の継ぎ部（重ね合わせ部） 5 5 a, 5 5 b の幅を a、y 方向の両端の継ぎ部（重ね合わせ部） 5 5 c, 5 5 d の幅を b として、継ぎ部 5 5 a～5 5 d で囲まれた内部の領域の x 方向の幅を a₀、y 方向の幅を b₀ とする。また、その矩形のフィルタ部の左下の頂点を位置 x 及び位置 y の原点とすると、そのフィルタ部の x 方向及び y 方向の範囲は次のようになる。

$$0 \leq x \leq 2a + a_0, \quad 0 \leq y \leq 2b + b_0$$

そして、フィルタ部内の座標 (x, y) の点 P での透過率を T(x, y) とすると、透過率 T(x, y) は次のように領域 (A i) (i = 1 ~ 9) 別に T A_i に設定されている。なお、透過率 T A_i に比例してウエハ上の露光量 Q_i が決定されるため、透過率 T A_i を露光量 Q_i で置き換える。

ることも可能である。この場合には、100%とは最大露光量を意味することになる。

領域 (A 1) : $0 \leq x < a$, $0 \leq y < b$

$$T A_1 = 100 (x/a) \cdot (y/b) [\%] \quad (1)$$

5 領域 (A 2) : $a \leq x \leq a + a_0$, $0 \leq y < b$

$$T A_2 = 100 (y/b) [\%] \quad (2)$$

領域 (A 3) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0$, $0 \leq y < b$

$$T A_3 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\}/a] \cdot (y/b) [\%] \quad (3)$$

領域 (A 4) : $0 \leq x < a$, $b \leq y \leq b + b_0$

$$10 T A_4 = 100 (x/a) [\%] \quad (4)$$

領域 (A 5) : $a \leq x \leq a + a_0$, $b \leq y \leq b + b_0$

$$T A_5 = 100 [\%] \quad (5)$$

領域 (A 6) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0$, $b \leq y \leq b + b_0$

$$T A_6 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\}/a] [\%] \quad (6)$$

15 領域 (A 7) : $0 \leq x < a$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$T A_7 = 100 (x/a) \cdot [1 - \{y - (b + b_0)\}/b] [\%] \quad (7)$$

領域 (A 8) : $a \leq x \leq a + a_0$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$T A_8 = 100 [1 - \{y - (b + b_0)\}/b] [\%] \quad (8)$$

領域 (A 9) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$20 T A_9 = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\}/a] \cdot [1 - \{y - (b + b_0)\}/b] [\%] \quad (9)$$

そのフィルタ部の外部の領域では、以下のようになる。

$$T(x, y) = 0 [\%] \quad (10)$$

この場合、フィルタ領域の左下の矩形の角部である領域 (A 1) の透過率 $T A_1$ は、 x 方向に外側に一次元的に低下する分布 (x/a) と、 y 方向に外側に一次元的に低下する分布 (y/b) とを掛け合わせた分

布である。また、フィルタ領域の右下、左上、及び右上の矩形の角部の領域の透過率 $T A_3$ 、 $T A_7$ 及び $T A_9$ も、それぞれ x 方向に外側に一次元的に低下する分布と、 y 方向に外側に一次元的に低下する分布とを掛け合わせた分布である。また、図 4 (a) の BB 線に沿う領域での透過率 T は、図 4 (b) に示すように位置 x が 0 から a に変化するのに応じて、位置 x に関して線形に 0 から 1 (100%) まで変化しており、同様に図 4 (a) の CC 線に沿う領域での透過率 T は、図 4 (c) に示すように位置 y が 0 から b に変化するのに応じて、位置 y に関して線形に 0 から 1 (100%) まで変化している。

本例では、図 4 (a) の透過率分布を持つ濃度フィルタ 55 を介して図 1 のレチクル R のパターンを照明して、そのパターンの縮小像をウエハ W 上の一つのショット領域内的一部分に露光する。その後、順次レチクルステージ 21 上のレチクルを別のレチクルに交換し、ウエハステージ 25 を介してウエハ W を所定量だけステップ移動させた後、交換されたレチクルのパターンを濃度フィルタ 55 を介して照明して、そのパターンの縮小像をウエハ W 上の当該ショット領域の別の部分に露光することによって、隣接する縮小像の内で、図 4 (a) の継ぎ部 55a ~ 55d に対応する領域（これも「継ぎ部」という）を重ね合わせて露光する。このように X 方向、及び Y 方向に画面継ぎを行いつつウエハ W 上の当該ショット領域上に複数のレチクルのパターンの縮小像を転写するが、濃度フィルタ 55 の使用によってそのショット領域の全域でほぼ均一な積算露光量が与えられる。

図 5 は、本例の画面継ぎを行う露光によって図 1 のウエハ W 上の一つのショット領域に露光される大きい投影像を示し、この図 5において、それぞれ異なるレチクルのパターンの縮小像よりなる矩形の投影像 30A、30B、30C、30D が、X 方向の境界部の継ぎ部 30AB、3

0 C D、及びY方向の境界部の継ぎ部3 0 A C、3 0 B Dが二重に重ね合わせて露光される。更に、4個の投影像3 0 A～3 0 Dが隣接する矩形の継ぎ部3 1では、それら4個の投影像3 0 A～3 0 Dの矩形の角部が4重に重ね合わせて露光される。この際に、仮に図4(a)の濃度フィルタ5 5と図1のレチクルステージ2 1上のレチクルとの回転誤差が位置決め装置5によっては取りきれないときには、その回転誤差を相殺するようにレチクルステージ2 1を回転し、かつウエハステージ2 5の座標系をその回転誤差分だけ補正し、補正後の座標系に基づいてウエハWを斜めにステップ移動させるようにすればよい。これによって、継ぎ部の露光量の誤差(ドーズ誤差)を低減できる。

図5の投影像の各部の露光量を評価すると、まず投影像3 0 A～3 0 Dの中央部の符号A～Dが付された領域は、濃度フィルタ5 5の透過率が100%であるため100%の露光量となる。

以下に、継ぎ部3 0 A B、3 0 B D、3 0 C D、3 0 A C及び3 1の積算露光量が100%になることを説明する。説明の簡単のため、図4(a)の濃度フィルタ5 5から図5のウエハWまでの投影倍率を1として、継ぎ部3 0 A B、3 0 C DのX方向の幅をa、継ぎ部3 0 B D、3 0 A CのY方向の幅をbとする。また、図5における点P3を座標(X, Y)の原点に取り、点P3を原点としたときの点Pの座標を(X, Y)とすると、投影像3 0 A、3 0 B、3 0 C、3 0 Dの左下の点を原点としたときの座標(X_A, Y_A), (X_B, Y_B), (X_C, Y_C), (X_D, Y_D)はそれぞれ以下の通りである。

$$(X_A, Y_A) = (X + (a + a_0), Y) \quad (11)$$

$$(X_B, Y_B) = (X, Y) \quad (12)$$

$$(X_C, Y_C) = (X + (a + a_0), Y + (b + b_0)) \quad (13)$$

$$(X_D, Y_D) = (X, Y + (b + b_0)) \quad (14)$$

上記の透過率 $T A_1$ を座標 (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) , (X_C, Y_C) 及び (X_D, Y_D) 上で表した値をそれぞれ $T A_1(A)$, $T A_1(B)$, $T A_1(C)$, $T A_1(D)$ とする。

このとき、継ぎ部 30AB における投影像 30A 及び 30B の露光量
 5 をそれぞれ AB(A) 及び AB(B) として、これらの露光量を加算して得られる積算露光量を AB とすると、(6) 式及び(4)式よりこれらは以下のようになる。但し、符号 A～D が付された領域の露光量を 100% としている。

$$\begin{aligned}
 AB(A) &= T A_6(A) \\
 10 &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] \\
 &= 100 (1 - X/a) [\%]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AB(B) &= T A_4(B) = 100 (X/a) [\%] \\
 AB &= AB(A) + AB(B) \\
 &= 100 [\%] \quad (15)
 \end{aligned}$$

同様に、継ぎ部 30BD における投影像 30B 及び 30D の露光量 BD(B) 及び BD(D) と、これらの積算露光量 BD とは以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 BD(B) &= T A_2(D) = 100 (Y/b) [\%] \\
 20 &BD(D) = T A_8(B) \\
 &= 100 [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (1 - Y/b) [\%]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BD &= BD(B) + BD(D) \\
 &= 100 [\%] \quad (16)
 \end{aligned}$$

同様に、継ぎ部 30CD における投影像 30C 及び 30D の露光量 CD(C) 及び CD(D) と、これらの積算露光量 CD とは以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 CD(C) &= TA_6(C) \\
 &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a] \\
 &= 100 (1 - X/a) [\%]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CD(D) &= TA_4(D) = 100 (X/a) [\%]
 \end{aligned}$$

5 $CD = CD(C) + CD(D)$

$$\begin{aligned}
 &= 100 [\%] \quad (17)
 \end{aligned}$$

同様に、継ぎ部30ACにおける投影像30A及び30Cの露光量AC(A)及びAC(C)と、これらの積算露光量ACとは以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 10 \quad AC(A) &= TA_2(A) = 100 (Y/b) [\%] \\
 AC(C) &= TA_8(C) \\
 &= 100 [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (1 - Y/b) [\%]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AC &= AC(A) + AC(C) \\
 &= 100 [\%] \quad (18)
 \end{aligned}$$

また、継ぎ部31における4個の投影像30A, 30B, 30C, 30Dの露光量をABCD(A), ABCD(B), ABCD(C), ABCD(D)として、これらの積算露光量をABCDとすると、(3)式、(1)式、(9)式、(7)式よりこれらは次のようになる。

$$\begin{aligned}
 20 \quad ABCD(A) &= TA_3(A) \\
 &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} \\
 &\quad / a] \cdot (Y/b) \\
 &= 100 (1 - X/a) \cdot (Y/b)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ABCD(B) &= TA_1(B) \\
 &= 100 (X/a) \cdot (Y/b)
 \end{aligned}$$

25 $ABCD(C) = TA_9(C)$

$$\begin{aligned}
 &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} \\
 &\quad / a] \cdot [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (1 - X/a) \cdot (1 - Y/b)
 \end{aligned}$$

$$ABCD(D) = TA_7(D)$$

$$\begin{aligned}
 5 &= 100 (X/a) \cdot [1 - \{Y + (b + b_0) - \\
 &\quad (b + b_0)\} / b] \\
 &= 100 (X/a) \cdot (1 - Y/b)
 \end{aligned}$$

$$ABCD = ABCD(A) + ABCD(B) + ABCD(C) + ABCD(D)$$

$$\begin{aligned}
 10 &= 100 \{ (1 - X/a) (Y/b) + (X/a) (Y/b) \\
 &\quad + (1 - X/a) (1 - Y/b) + (X/a) (1 - Y/b) \} \\
 &= 100 [\%]
 \end{aligned} \tag{19}$$

(15) 式～(19) 式より、図4(a)の濃度フィルタ55を用いることによって、4個の投影像30A～30Dが隣接する矩形の継ぎ部31を含めて、つなぎ露光後の全部の領域で均一に100%の積算露光量が得られることが分かる。これに続いて、現像、エッチング、レジスト剥離等の工程を経ることで、ウエハW上の各ショット領域には均一な線幅の回路パターンが形成される。このような回路パターンの形成工程を繰り返すことによって、大面積で高機能の半導体デバイスが量産できる。

但し、図5において、周辺部の領域11は重ね合わせ露光が行われないため、そのままでは露光量が外側に向けて次第に減少する。そこで、継ぎ部の中で多重露光が行われない領域は、パターン領域の外部の領域として、その領域は図1のレチクルブラインド4によって遮光すればよい。

図6は、そのようにレチクルブラインド6によって遮光する場合を示

し、この図 6 に示すように、4 個のパターンの投影像をつなぎ合わせてウエハ上の任意の露光領域を露光した場合、最外周の領域 11においては、重ね合わせる他方の投影像が欠如するため、露光量が不足する不完全となる。

5 この場合、例えばレチクルにおいて、図 6 中の枠状の領域 9A～9D に対応する遮光帯を設け、図 1 のレチクルブラインド 4 の遮光板 41, 42 のエッジ 41A, 41B, 42A, 42B (図 2 参照) の陰 (像) がその遮光帯の範囲内に収まるように、主制御系 24 が不図示の駆動部を介してレチクルブラインド 4 を駆動する。これによって、上記の不完全となる部分の照明光が遮光されるため、ウエハ上での露光量が不均一となることがない。

10 また、図 1において、レチクル R のパターン面と共役な面 P1 の近傍には濃度フィルタ 55 のフィルタ面が存在するため、レチクルブラインド 4 は濃度フィルタ 55 と機械的に干渉しないように、面 P1 から照明光学系の光軸方向にずれた位置に退避している。しかしながら、このよう 15 にレチクルブラインド 4 がパターン面と共役な面 P1 から外れるのを防止するために、更に面 P1 を別の共役面にリレーするリレー光学系を配置し、その共役面にレチクルブラインド 4 を配置するようにしてもよい。

20 これらの場合、レチクル R に設ける遮光帯の幅は、レチクルブラインド 4 をデフォーカスさせたときには、このデフォーカスによるレチクルブラインド 4 の遮光板のエッジのぼけ量と、その遮光板の制御誤差と、その遮光板の機械的な精度と、レチクルブラインド 4 からレチクル R までの光学系の収差と、その光学系のディストーション量とを総合的に考慮して設定する必要がある。

それ以外に、レチクルブラインド 4 を例えばレチクル R のパターン面

(下面) の底面に近接して配置するようにしてもよい。逆に、濃度フィルタ 5 5 をレチクル R のパターン面の底面に配置して、そのパターン面と共に役な面 P 1 上にレチクルブラインド 4 を配置するようにしてもよい。
勿論、レチクルブラインド 4 又は濃度フィルタ 5 5 をレチクル R に対してそのパターン面と反対側（照明光学系側）に配置してもよい。また、
5 投影光学系 PL がレチクルパターンの中間像をウエハ上に再結像する場合は、投影光学系 PL 内でその中間像が形成される所定面からレチクル
ブラインド 4 又は濃度フィルタ 5 5 をずらして配置してもよく、要はウ
エハ上で照明光量が外側に向けて次第に減少する光量分布が得られればよい。
10

また、濃度フィルタ 5 5 のフィルタ面を上記のように面 P 1 に対して適正量だけデフォーカスさせて配置した場合でも、その周囲環境のクリーン度が低い場合には、そのフィルタ面に許容範囲を超える大きさの塵等の異物が付着して、その異物がレチクル R を通してウエハ W 上に転写される恐れがある。これを防止するためには、そのフィルタ面を保護するように例えばセルロース等の光学的に影響を与えない薄膜（防塵膜としてのペリクル）を張設することが望ましい。
15

図 9 は、そのように濃度フィルタ 5 5 のフィルタ面 P 2 に矩形の金属製の枠（ペリクルフレーム）5 7 を介して防塵用の薄膜 5 8 を設置した実施の形態を示し、この図 9において、レチクルのパターン面と共に役な面 P 1 を挟むように、濃度フィルタ 5 5 のフィルタ面 P 2 と薄膜 5 8 とが配置されている。そして、薄膜 5 8 に近接してレチクルブラインド 4 が配置されている。これによって、フィルタ面 P 2 には異物が付着しないと共に、薄膜 5 8 に付着した異物の像はレチクル上にデフォーカスして投影されて、悪影響を与えることが無い。また、異物検査機を別途用意しておき、必要に応じてフィルタ面 P 2 又は薄膜 5 8 への許容範囲を
20
25

超える異物の付着を確認し、このような異物が付着しているときには、濃度フィルタ 5 5 を別の異物が付着していない濃度フィルタと交換することが望ましい。

なお、薄膜 5 8 の代わりに、薄膜 5 8 とフィルタ面 P 2との間隔程度 5 の厚さの照明光 I L に対して透過性のガラス板を配置してもよい。この際には、そのガラス板をフィルタ面 P 2 に密着させて固定してもよい。

また、面 P 1 上とは異なるレチクルとの共役面にレチクルブラインド 4 を配置する場合には、図 9 の配置とは逆に、濃度フィルタ 5 5 のフィルタ面 P 2 をレチクル側にむけて配置してもよい。

10 また、枠 5 7 の一部には外気に連通する孔が形成され、圧力変化によって薄膜 5 8 が変形しないように構成されている。その孔にはHEPA フィルタのみならずケミカルフィルタも設けられ、イオンやシリコン系有機物のフィルタ面 P 2 上への進入が阻止されている。

次に、本発明の好適な実施の形態の他の例につき図 7 及び図 8 を参照 15 して説明する。本例でも基本的に図 1 の投影露光装置と同じ構成の投影露光装置を用いて、複数のレチクルのパターンの投影像を画面継ぎを行なながらウエハ上に露光する。但し、本例では図 1 (図 4 (a)) の濃度フィルタ 5 5 の代わりに、図 7 (a) の濃度フィルタ 5 6 を用いる点 20 が異なっている。これ以外は、変形例などを含めて先の実施形態の構成を適用することができる。以下では図 7 及び図 8 においてそれぞれ図 4 及び図 5 に対応する部分には同一符号を付して、濃度フィルタ 5 6 の透過率分布、及び画面継ぎを行いつつ露光を行って得られる露光量分布につき説明する。

25 図 7 (a) は本例の濃度フィルタ 5 6 のフィルタ部を示し、この図 7 (a) において、つなぎ露光する際に重ね合わせて露光する x 方向の両端の継ぎ部 5 6 a, 5 6 b の幅を a、y 方向の両端の継ぎ部 5 6 c, 5

6 d の幅を b として、継ぎ部 5 6 a ~ 5 6 d で囲まれた内部の領域の x 方向の幅を a_o、y 方向の幅を b_o とする。また、その矩形のフィルタ部の左下の頂点を位置 x 及び位置 y の原点とすると、そのフィルタ部の x 方向及び y 方向の範囲は次のようになる。

$$5 \quad 0 \leq x \leq 2a + a_o, \quad 0 \leq y \leq 2b + b_o$$

そして、フィルタ部内の座標 (x, y) の点 P での透過率を T(x, y) とすると、透過率 T(x, y) は次のように領域 (B i) (i = 1 ~ 11) 別に T_{B_i} に設定されている。本例でも、透過率 T_{B_i} を露光量 Q_i で置き換えることが可能である。

$$10 \quad \text{領域 (B 1)} : 0 \leq x < a, \quad 0 \leq y < b, \quad \text{かつ } (x/a) + (y/b) > 1$$

$$T_{B_1} = 100 \{ (x/a) + (y/b) - 1 \} [\%] \quad (21)$$

$$\text{領域 (B 2)} : a \leq x \leq a + a_o, \quad 0 \leq y < b$$

$$T_{B_2} = 100 (y/b) [\%] \quad (22)$$

$$15 \quad \text{領域 (B 3)} : a + a_o < x \leq 2a + a_o, \quad 0 \leq y < b, \quad \text{かつ } b x + a y \leq b (2a + a_o)$$

$$T_{B_3} = 100 (y/b) [\%] \quad (23)$$

$$\text{領域 (B 4)} : a + a_o < x \leq 2a + a_o, \quad 0 \leq y < b, \quad \text{かつ } b x + a y > b (2a + a_o)$$

$$20 \quad T_{B_4} = 100 [1 - \{x - (a + a_o)\}/a] [\%] \quad (24)$$

$$\text{領域 (B 5)} : 0 \leq x \leq a, \quad b \leq y \leq b + b_o$$

$$T_{B_5} = 100 (x/a) [\%] \quad (25)$$

$$\text{領域 (B 6)} : a \leq x \leq a + a_o, \quad b \leq y \leq b + b_o$$

$$T_{B_6} = 100 [\%] \quad (26)$$

$$25 \quad \text{領域 (B 7)} : a + a_o < x \leq 2a + a_o, \quad b \leq y \leq b + b_o$$

$$T_{B_7} = 100 [1 - \{x - (a + a_o)\}/a] [\%] \quad (27)$$

領域 (B 8) : $0 \leq x < a$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$ 、かつ $b x + a y \leq a (2b + b_0)$

$$T B_8 = 100 (x/a) [\%] \quad (28)$$

領域 (B 9) : $0 \leq x < a$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$ 、かつ $b x + a y < a (2b + b_0)$

$$T B_9 = 100 [1 - \{y - b + b_0\} / b] [\%] \quad (29)$$

領域 (B 10) : $a \leq x \leq a + a_0$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$

$$T B_{10} = 100 [1 - \{y - b + b_0\} / b] [\%] \quad (30)$$

領域 (B 11) : $a + a_0 < x \leq 2a + a_0$, $b + b_0 < y \leq 2b + b_0$ 、かつ $b x + a y \leq 3ab + ab_0 + a_0 b$

$$T B_{11} = 100 [1 - \{x - (a + a_0)\} / a - \{y - (b + b_0)\} / b] [\%] \quad (31)$$

その他の領域では以下のようになる。

$$T(x, y) = 0 [\%]$$

この場合、フィルタ領域の左下の三角形の角部である領域 (B 1) の透過率 $T B_1$ は、 x 方向に外側に一次元的に低下する分布 (x/a) と、 y 方向に外側に一次元的に低下する分布 (y/a) とを足し合わせた値に基づいて設定されている。この領域 (B 1) の DD 線に沿う透過率 T は、図 7 (d) に示すように、斜め方向の位置 y' に沿って外側に線形に減少している。そして、フィルタ領域の右上の三角形の角部の領域 (B 11) の透過率 $T B_{11}$ も、透過率 $T B_1$ と対称に設定されている。

また、フィルタ領域の右下の矩形の角部は隣接する三角形の領域 (B 3), (B 4) に分けられ、対応する透過率 $T B_3$ 及び $T B_4$ はそれぞれ y 方向に外側に一次元的に低下する分布、及び x 方向に外側に一次元的に低下する分布である。同様に、フィルタ領域の左上の矩形の角部も隣接する三角形の領域 (B 8), (B 9) に分けられ、対応する透過率

T_{B₈} 及び T_{B₉} は、透過率 T_{B₄} 及び T_{B₃} と対称に設定されている。また、図 7 (a) の BB 線に沿う領域での透過率 T は、図 7 (b) に示すように位置 x に関して線形に 0 から 1 (100%) まで変化しており、図 7 (a) の CC 線に沿う領域での透過率 T は、図 7 (c) に示すように位置 y に関して線形に 0 から 1 (100%) まで変化している。

本例でも、図 7 (a) の透過率分布を持つ濃度フィルタ 5 6 を介して図 1 のレチクルステージ 2 1 上のレチクルを照明し、画面継ぎを行なながらそのレチクルのパターンの縮小像をウエハ W 上のショット領域に露光する。

図 8 は、本例の画面継ぎを行う露光によって図 1 のウエハ W 上の一つのショット領域に露光される大きい投影像を示し、この図 8において、それぞれ異なるレチクルのパターンの縮小像よりなる矩形の投影像 3 2 A, 3 2 B, 3 2 C, 3 2 D が、X 方向の境界部の継ぎ部 3 2 A B, 3 2 C D、及び Y 方向の境界部の継ぎ部 3 2 A C, 3 2 B D が二重に重ね合わせられるように露光される。更に、4 個の投影像 3 2 A ~ 3 2 D が隣接する矩形の継ぎ部は、斜めの境界線 3 5 を挟んで三角形の継ぎ部 3 3 及び 3 4 に分かれ、継ぎ部 3 3 では投影像 3 2 A, 3 2 B, 3 2 D の一部が 3 重に重ね合わせて露光され、継ぎ部 3 4 では投影像 3 2 A, 3 2 C, 3 2 D の一部が 3 重に重ね合わせて露光される。

図 8 の投影像の各部の露光量を評価すると、まず投影像 3 2 A ~ 3 2 D の中央部の符号 A ~ D が付された領域は、濃度フィルタ 5 6 の透過率が 100% であるため 100% の露光量となる。また、継ぎ部 3 2 A B, 3 2 B D, 3 2 C D, 3 2 A C の積算露光量は、図 5 の実施の形態と同様に 100% となる。以下に、継ぎ部 3 3, 3 4 の積算露光量も 100% になることを説明する。図 5 と同様に、図 8 における点 P 3 を座標 (X, Y) の原点に取り、点 P 3 を原点としたときの点 P の座標を (X,

Y) とすると、投影像 32A, 32B, 32C, 32D の左下の点を原点としたときの座標 (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) , (X_C, Y_C) , (X_D, Y_D) はそれぞれ以下の通りである。

$$(X_A, Y_A) = (X + (a + a_0), Y) \quad (32)$$

$$5 \quad (X_B, Y_B) = (X, Y) \quad (33)$$

$$(X_C, Y_C) = (X + (a + a_0), Y + (b + b_0)) \quad (34)$$

$$(X_D, Y_D) = (X, Y + (b + b_0)) \quad (35)$$

上記の透過率 T_{B1} を座標 (X_A, Y_A) , (X_B, Y_B) , (X_C, Y_C) 及び (X_D, Y_D) 上で表した値をそれぞれ $T_{B1}(A)$, $T_{B1}(B)$, $T_{B1}(C)$, $T_{B1}(D)$ とする。

このとき、継ぎ部 33 及び 34 の境界線 35 は、 $(X/a) + (Y/b) = 1$ で表される。また、継ぎ部 34 における投影像 32A, 32C, 32D の露光量を $ABCD1(A)$, $ABCD1(C)$, $ABCD1(D)$ とすると、これらは以下のようになる。

$$\begin{aligned} 15 \quad ABCD1(A) &= T_{B3}(A) \\ &= 100 (Y/b) \\ ABCD1(C) &= T_{B11}(C) \\ &= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\}/a] \\ &- \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\}/b \\ 20 \quad &= 100 (1 - X/a - Y/b) \\ ABCD1(D) &= T_{B8}(D) \\ &= 100 (X/a) \end{aligned}$$

従って、継ぎ部 34 における積算露光量 $ABCD1$ は以下になる。

$$\begin{aligned} 25 \quad ABCD1 &= ABCD1(A) + ABCD1(C) + ABCD1(D) \\ &= 100 \{ (Y/b) + (1 - X/a - Y/b) + (X/a) \} \\ &= 100 [\%] \quad (36) \end{aligned}$$

同様に、継ぎ部33における投影像32A, 32B, 32Dの露光量をABCD2(A), ABCD2(B), ABCD2(D)とすると、これらは以下のようになる。

$$ABCD2(A) = T_B_4(A)$$

$$= 100 [1 - \{X + (a + a_0) - (a + a_0)\} / a]$$

$$5 = 100 (1 - X/a) \cdot (Y/b)$$

$$ABCD2(B) = T_B_1(B)$$

$$= 100 (X/a + Y/b - 1)$$

$$ABCD2(D) = T_B_9(D)$$

$$= 100 [1 - \{Y + (b + b_0) - (b + b_0)\} / b]$$

$$10 = 100 (1 - Y/b)$$

従って、継ぎ部33における積算露光量ABCD2は以下のようになる。

$$ABCD2 = ABCD2(A) + ABCD2(B) + ABCD2(D)$$

$$= 100 \{ (1 - X/a) + (X/a + Y/b - 1) + (1 - Y/b) \}$$

$$15 = 100 [\%] \quad (37)$$

よって、図8の実施の形態においても、4個の投影像32A～32Dが隣接する矩形の領域(継ぎ部33, 34)で、その他の領域と同じ露光量が得られるため、投影像の全体で露光量均一性が維持される。

なお、上記の実施の形態は、つなぎ露光方式で半導体デバイス、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等を製造する場合に本発明を適用したものであるが、本発明はつなぎ露光方式でマスクとしてのワーキングレチクルを製造する場合にも適用することができる。この場合には、レチクルパターンを拡大した原版パターンを複数個に分割し、分割された原版パターンを複数のマスターレチクルに描画しておく。そして、これらの複数枚のマスターレチクルのパターンの縮小像を上記の実施の形態のように、濃度フィルタ55, 56を用いてつなぎ露光方式でガラス

基板等のマスク基板上に転写する。このマスク基板上には予めクロム等の遮光膜が形成され、この上にフォトレジストが塗布されている。そこで、つなぎ露光後に現像、エッチング及びレジスト剥離等を行うことで、
5 高精度に、かつ高い線幅均一性でワーキングレチクルが製造される。なお、電子線露光装置や後述のEUV露光装置ではワーキングレチクルのマスク基板としてシリコンウエハなどが用いられる。特にEUV露光装置では反射型のワーキングレチクルが使用される。

なお、上記の実施の形態の投影露光装置において、照明光ILとしてArFエキシマレーザ光等の真空紫外域の短波長の紫外光を使用する場合には、照明光学系の光路上には窒素ガス(N₂)やヘリウムガス(H_e)等の透過率の高い気体がパージされる。この場合には図9において、薄膜58と枠57と濃度フィルタ55とで囲まれる空間にその高透過率の気体を充てんしておくか、又は枠57に設けた開口を介してその気体を流すことが望ましい。

15 また、図1において、照度均一化光学系2としてロッド・インテグレータを用いる場合には、この射出面に近接してレチクルブラインド4を配置し、かつレチクルブラインド4に近接して濃度フィルタ55を設けることができる。あるいは、そのロッド・インテグレータとレチクルとの間でその射出面と共に役な面、又はこの面からわずかにずらした面に濃度フィルタ55のフィルタ面を配置してもよい。

さらに、レチクル上のパターン領域の大きさや形状に応じて濃度フィルタ55を交換できる構成としておくことが望ましい。この際に、その交換を自動的に行うために、サイズの異なる複数の濃度フィルタを位置決め装置5上のターレット板などに固定しておくとよい。

25 また、濃度フィルタ55(又は56)の位置合わせ用マークを検出する装置は照度センサ63に限られるものではなく、例えば照度センサ6

3 とは別にウエハステージ 2 5 に少なくとも受光部を有する光学系を設置して用いてもよいし、あるいは照明光学系内に専用の光学系を組み込んでよい。また、その位置合わせ用マークの検出光として前述の照明光 I L を用いてもよいし、光源 1 とは別の光源を用意して照明光 I L と波長が実質的に同一の光を用いるようにしてもよい。

また、上記の実施の形態は本発明を一括露光型の投影露光装置に適用したものであるが、本発明はプロキシミティ方式の露光装置でつなぎ露光を行う場合にも同様に適用することができる。更に本発明は、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の投影露光装置でつなぎ露光を行う場合にも適用することができる。そして、本発明は、例えば波長 5 nm～15 nm 程度の軟 X 線や X 線等の極端紫外光 (EUV 光) を露光ビームとする EUV 露光装置でつなぎ露光を行う場合にも適用することができる。EUV 光を用いる場合には、透過性の材料が殆ど無いため、濃度フィルタ (減光フィルタ) としては反射型の基板上に所定の反射率分布で反射膜 (例えばモリブデンとシリコンとの多層膜、又はモリブデンとベリリウムとの多層膜) を形成した反射型のフィルタを使用してもよい。

また、露光用の照明光としての DFB 半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム (Er) (又はエルビウムとイッテルビウム (Yb) の両方) がドープされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。例えば、単一波長レーザの発振波長を 1.544～1.553 μm の範囲内とすると、193～194 nm の範囲内の 8 倍高調波、即ち ArF エキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を 1.57～1.58 μm の範囲内とすると、157～158 nm の範囲内の 10 倍高調波、即ち F₂ レ

ーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、露光光源や照度均一化光学系等から構成される照明光学系、及び投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をすると共に、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、上述の実施の形態の濃度フィルタ 5 5 を取り付け、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより上述の実施の形態の投影露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

10 本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。更に、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む、1999年3月26日付提出の日本国特許出願第11-83178号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用してここに組み込まれている。

15

産業上の利用の可能性

本発明によれば、複数枚のパターンを2次元的に画面継ぎを行なながら転写する場合、4枚のパターンが隣接する部分での積算露光量を他の部分での積算露光量とほぼ同じにできる利点がある。従って、大型の半導体デバイス等のパターンを高精度に露光できると共に、最終的に製造 20 される大型のデバイス中の継ぎ部で欠陥を生じることがない。

また、本発明のマスクの製造方法によれば、画面継ぎを行う方法で大型のマスクであっても欠陥を生じることなく、高精度にかつ高スループットで製造することができる。

25

請求の範囲

1. 基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、前記各パターンよりも大きいパターンを前記基板上に露光する露光方法において、
5 おいて、

複数のパターンを互いに交差する第1方向及び第2方向にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、

4個のパターンが隣接する領域では該4個のパターンの角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、

10 前記4個のパターンをそれぞれ露光する際に、該パターンの前記角部の露光量を前記第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、前記第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定することを特徴とする露光方法。

2. 前記隣接する4個のパターンの内の一つのパターンの前記角部を露
15 光する際に、

前記角部の前記第1方向及び第2方向の幅をそれぞれa及びbとして、前記角部の頂点を原点として前記第1方向及び第2方向に沿って前記角部の内側に増加する座標をそれぞれx及びyとすると、

前記角部での露光量を $(x/a) \cdot (y/b)$ に比例する値に設定することを特徴とする請求の範囲1記載の露光方法。
20

3. 基板上に複数のパターンを継ぎ合わせて露光することによって、前記各パターンよりも大きいパターンを前記基板上に露光する露光方法において、

複数のパターンを互いに交差する第1方向及び第2方向にそれぞれ一部の領域が重なり合うように継ぎ合わせて露光し、
25

4個のパターンが隣接する領域ではそれぞれ斜めに対向する第1及び

第 2 の一対のパターンの内で、前記第 1 の一対のパターンについてはそれぞれの矩形の角部を互いに重ね合わせて露光すると共に、

前記第 2 の一対のパターンについてはそれぞれの三角形の角部を前記矩形の角部の内部で隣接させて露光することを特徴とする露光方法。

- 5 4. 前記第 2 の一対のパターンをそれぞれ露光する際に、該パターンの前記三角形の角部の露光量を前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性と、前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性とを加算した特性に基づいて設定し、

前記第 1 の一対のパターンをそれぞれ露光する際に、該パターンの前記角部の露光量を外側に次第に一次元的に減少する特性に基づいて設定することを特徴とする請求の範囲 3 記載の露光方法。

5. マスクのパターンを基板上に転写する露光装置において、

前記マスクを照明する照明光学系と、

前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、前記マスク上の照明領域を設定する視野絞りと、

前記基板の位置決めを行う基板ステージと、

前記マスクのパターン面の近傍の面、又は前記パターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置されて、前記パターン面の交差する第 1 方向及び第 2 方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域の少なくとも一つの角部に対応する領域の露光用の照明光に対する透過率を、前記第 1 方向に沿って外側に次第に減少する第 1 特性と、前記第 2 方向に沿って外側に次第に減少する第 2 特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する減光フィルタと、

を有することを特徴とする露光装置。

- 25 6. マスクのパターンを基板上に転写する露光装置において、

前記マスクを照明する照明光学系と、

- 前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、前記マスク上の照明領域を設定する視野絞りと、
前記基板の位置決めを行う基板ステージと、
前記マスクのパターン面の近傍の面、又は前記パターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置された減光フィルタと、を有し、
該減光フィルタは、前記パターン面の互いに交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域のそれぞれ斜めに対向する第1及び第2の一対の角部の内で、前記第1の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を前記第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性、又は前記第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性に基づいて設定し、
前記第2の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を、該一対の角部の対向する方向に沿って外側に広がった三角形状の領域内で、前記第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と前記第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを加算した特性に基づいて設定することを特徴とする露光装置。
7. 前記減光フィルタを露光用の照明光の光軸に垂直な面内で位置決めする位置決め部材と、
前記減光フィルタのフィルタ面から所定間隔離れた位置に配置された防塵膜と、を有することを特徴とする請求の範囲5又は6記載の露光装置。
8. 前記減光フィルタは、前記視野絞りとの間に前記防塵膜が設定されるように、前記照明光学系内で前記視野絞りに近接して配置されることを特徴とする請求の範囲7記載の露光装置。
25 9. 前記減光フィルタは、前記照明光学系内で、前記マスクのパターン面に対する共役面から所定距離だけ離れて配置されることを特徴とする

請求の範囲 8 記載の露光装置。

10. 前記マスク上のマークと前記減光フィルタ上のマークとを検出するマーク検出系と、前記マーク検出系の検出結果に基づいて前記減光フィルタを移動する駆動機構とを更に備えたことを特徴とする請求の範囲
5 5 又は 6 記載の露光装置。
11. 前記駆動機構は、前記照明光学系の光軸と垂直な面内で前記減光フィルタを移動することを特徴とする請求の範囲 10 記載の露光装置。
12. 前記減光フィルタは、前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対する共役面から所定距離だけ離れて配置されることを特徴とする
10 請求の範囲 10 又は 11 記載の露光装置。
13. 前記駆動機構は、前記共役面との位置関係を調整するために、前記減光フィルタを前記照明光学系の光軸に沿って移動可能であり、且つ前記光軸と垂直な面に対して傾斜可能であることを特徴とする請求の範
15 囲 12 記載の露光装置。
14. 基板上で周辺部が部分的に重なる少なくとも 2 つの領域にそれぞれパターンを転写する露光方法において、
前記パターンに照射される照明光の前記基板上での光量を前記少なくとも 2 つの領域が重なる部分で徐々に減少させる減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得るために、前記減光フィルタに設
20 けられる少なくとも 1 つのマークパターンを検出することを特徴とする露光方法。
15. 前記得られた情報に基づいて、前記パターンが形成されるマスクと前記減光フィルタとの相対関係を調整することを特徴とする請求の範
25 囲 14 記載の露光方法。
16. 前記得られた情報に基づいて、前記減光フィルタが配置される光学系内の光軸方向に関する前記減光フィルタの位置と傾斜との少なく

とも一方を調整することを特徴とする請求の範囲 14 記載の露光方法。

17. 基板上で周辺部が部分的に重なる少なくとも 2 つの領域にそれぞれパターンを転写する露光装置において、

前記パターンに照射される照明光の前記基板上での光量を前記少なく
5 とも 2 つの領域が重なる部分で徐々に減少させる減光フィルタと、

前記減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得るために、前記減光フィルタに設けられる少なくとも 1 つのマークパターンを検出装置とを備えたことを特徴とする露光装置。

18. 前記減光フィルタの位置と回転との少なくとも一方を調整するために、前記減光フィルタを駆動するアクチュエータを更に備えることを特徴とする請求の範囲 17 記載の露光装置。

19. 前記検出装置は、前記減光フィルタと前記パターンが形成されるマスクとの相対位置情報と相対回転情報との少なくとも一方を検出することを特徴とする請求の範囲 17 記載の露光装置。

20. 前記減光フィルタは、前記パターンが形成されるマスクのパターン面、又はその共役面からずれて配置されることを特徴とする請求の範囲 17 記載の露光装置。

21. 請求の範囲 5～13、17～20 の何れか一項記載の露光装置によって複数のマスターパターンの画面継ぎを行ってデバイスパターンが形成されることを特徴とするマスク。

22. 請求の範囲 1～4、14～16 の何れか一項記載の露光方法を用いて、デバイスパターンを感光基板上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

23. 請求の範囲 5～13、17～20 の何れか一項記載の露光装置を用いて、デバイスパターンを感光基板上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

24. 請求の範囲 1～4、14～16 の何れか一項記載の露光方法を用いたマスクの製造方法であって、

前記露光方法を用いてマスク基板上に複数のマスクパターンを画面継ぎを行いながら転写する工程を含むことを特徴とするマスクの製造方法。

5 25. マスクのパターンを基板上に転写する露光装置の製造方法において、

前記マスクを照明する照明光学系と、

前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、前記マスク上の照明領域を設定する視野絞りと、

10 前記基板の位置決めを行う基板ステージと、

前記マスクのパターン面の近傍の面、又は前記パターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置されて、前記パターン面の交差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域の少なくとも一つの角部に対応する領域の露光用の照明光に対する透過率を、

15 前記第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と、前記第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを掛け合わせた特性に基づいて設定する減光フィルタと、

を所定の位置関係で組み上げることを特徴とする露光装置の製造方法。

26. マスクのパターンを基板上に転写する露光装置の製造方法において、

前記マスクを照明する照明光学系と、

前記照明光学系内で前記マスクのパターン面に対して実質的に共役な位置に配置されて、前記マスク上の照明領域を設定する視野絞りと、

前記基板の位置決めを行う基板ステージと、

25 前記マスクのパターン面の近傍の面、又は前記パターン面に対する共役面若しくはその近傍の面上に配置されて、前記パターン面の互いに交

差する第1方向及び第2方向に実質的に平行な外形を有するパターン領域のそれぞれ斜めに対向する第1及び第2の一対の角部の内で、前記第1の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を前記第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性、又は前記第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性に基づいて設定し、前記第2の一対の角部に対応する領域での露光用の照明光に対する透過率を、該一対の角部の対向する方向に沿って外側に広がった三角形状の領域内で、前記第1方向に沿って外側に次第に減少する第1特性と前記第2方向に沿って外側に次第に減少する第2特性とを加算した特性に基づいて設定する減光フィルタと、
5

10 を所定の位置関係で組み上げることを特徴とする露光装置の製造方法。

27. 基板上で周辺部が部分的に重なる少なくとも2つの領域にそれぞれパターンを転写する露光装置の製造方法において、

15 前記パターンに照射される照明光の前記基板上の光量を前記少なくとも2つの領域が重なる部分で徐々に減少させる減光フィルタと、

前記減光フィルタの位置情報と回転情報との少なくとも一方を得るために、前記減光フィルタに設けられる少なくとも1つのマークパターンを検出する検出装置と、

20 を所定の位置関係で組み上げることを特徴とする露光装置の製造方法。



1/6

図 1

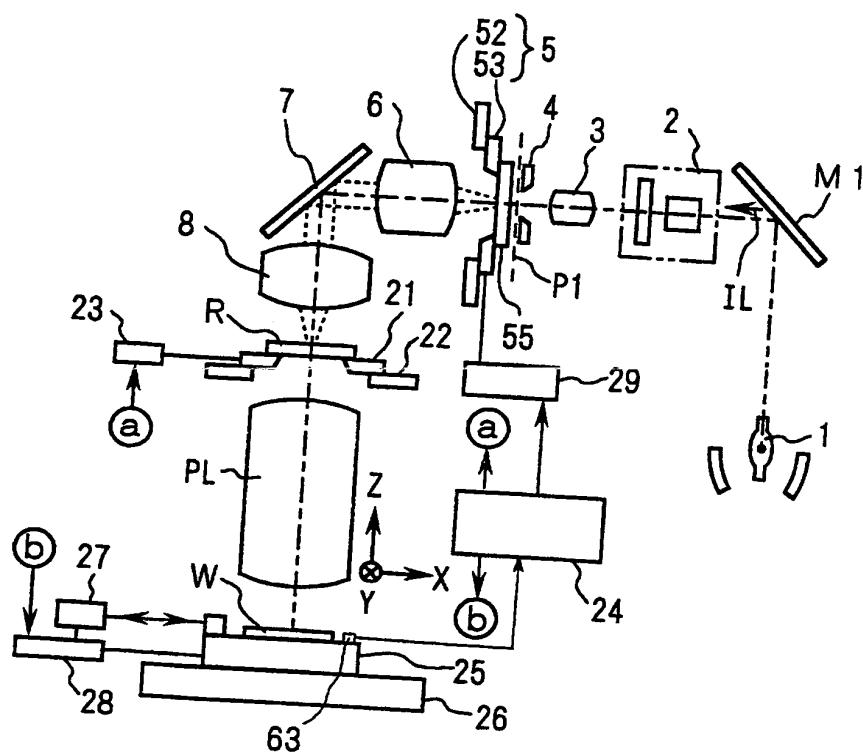
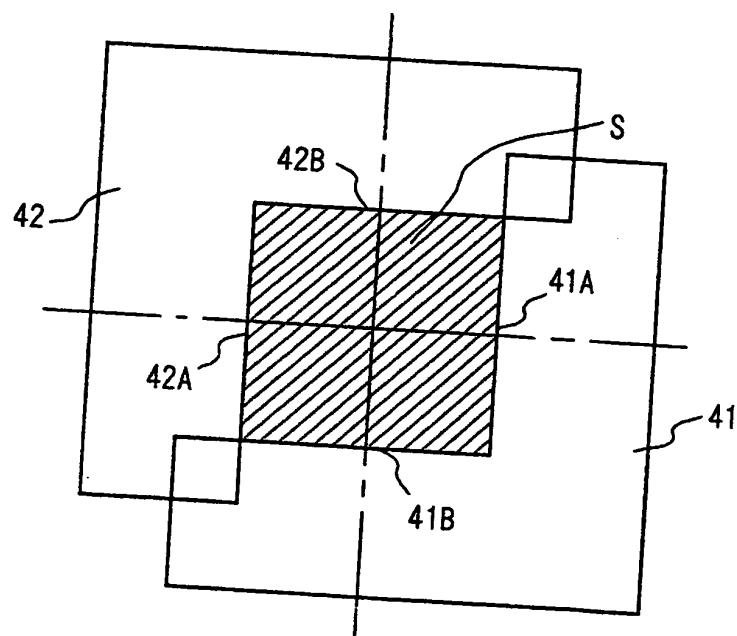
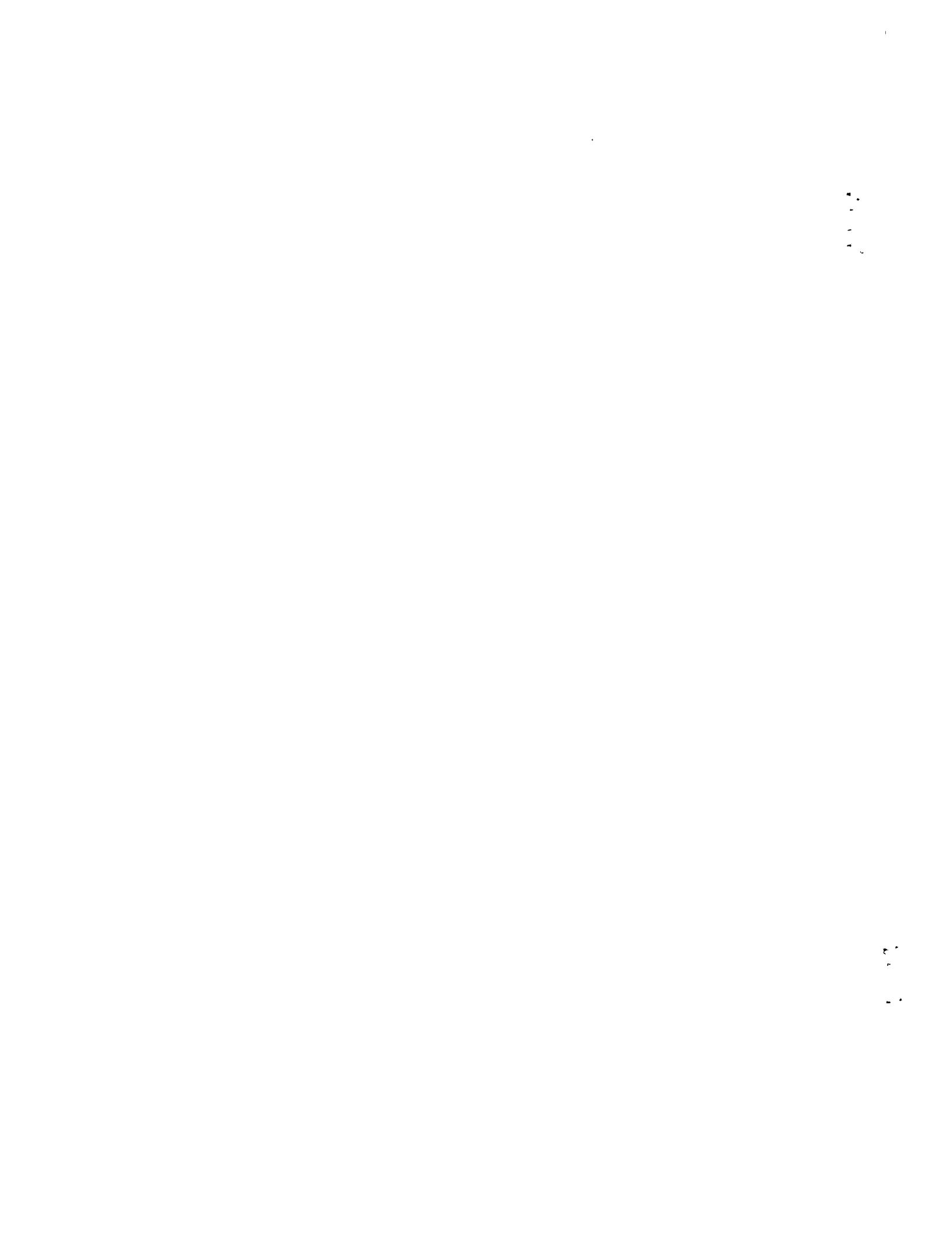
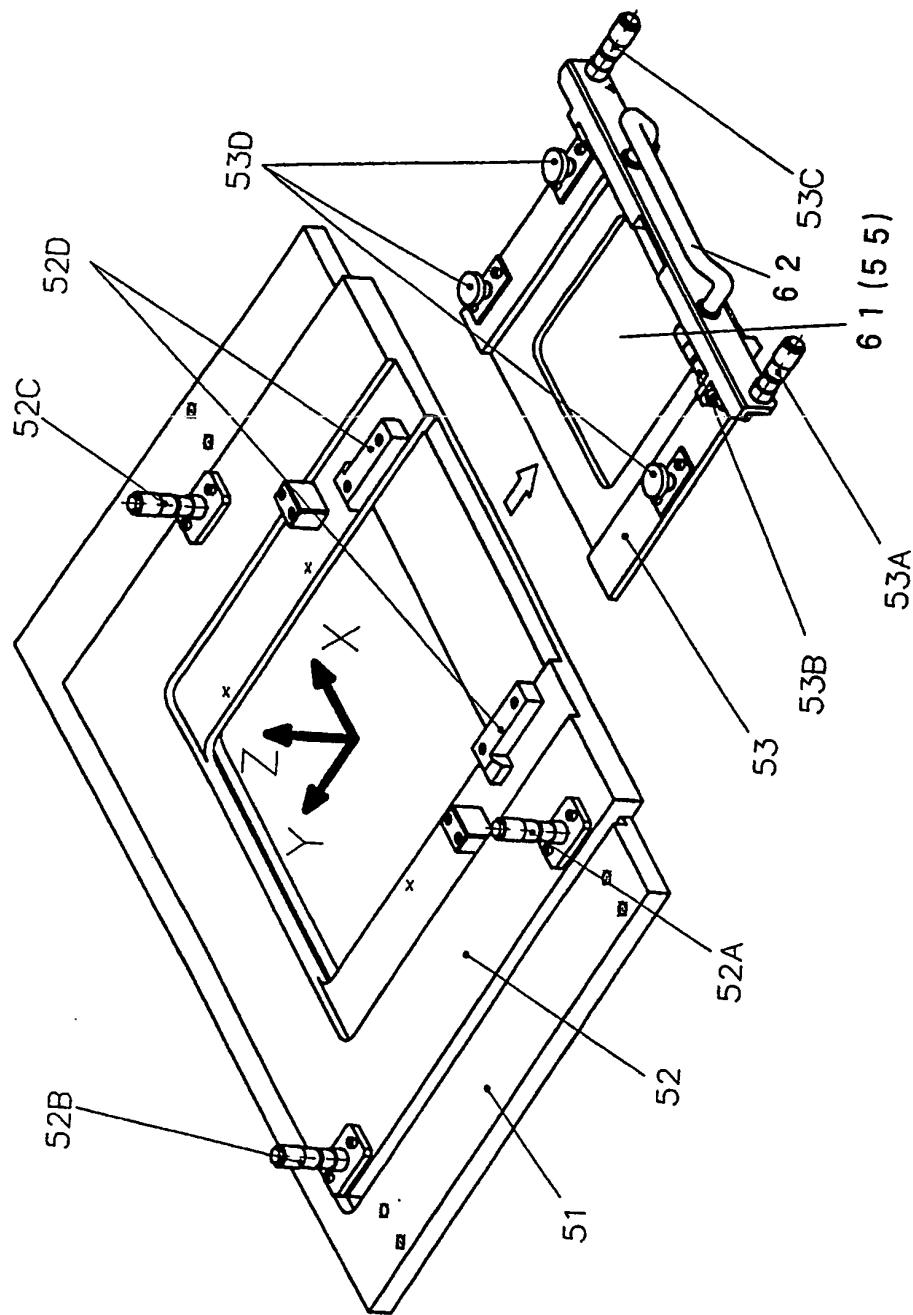


図 2

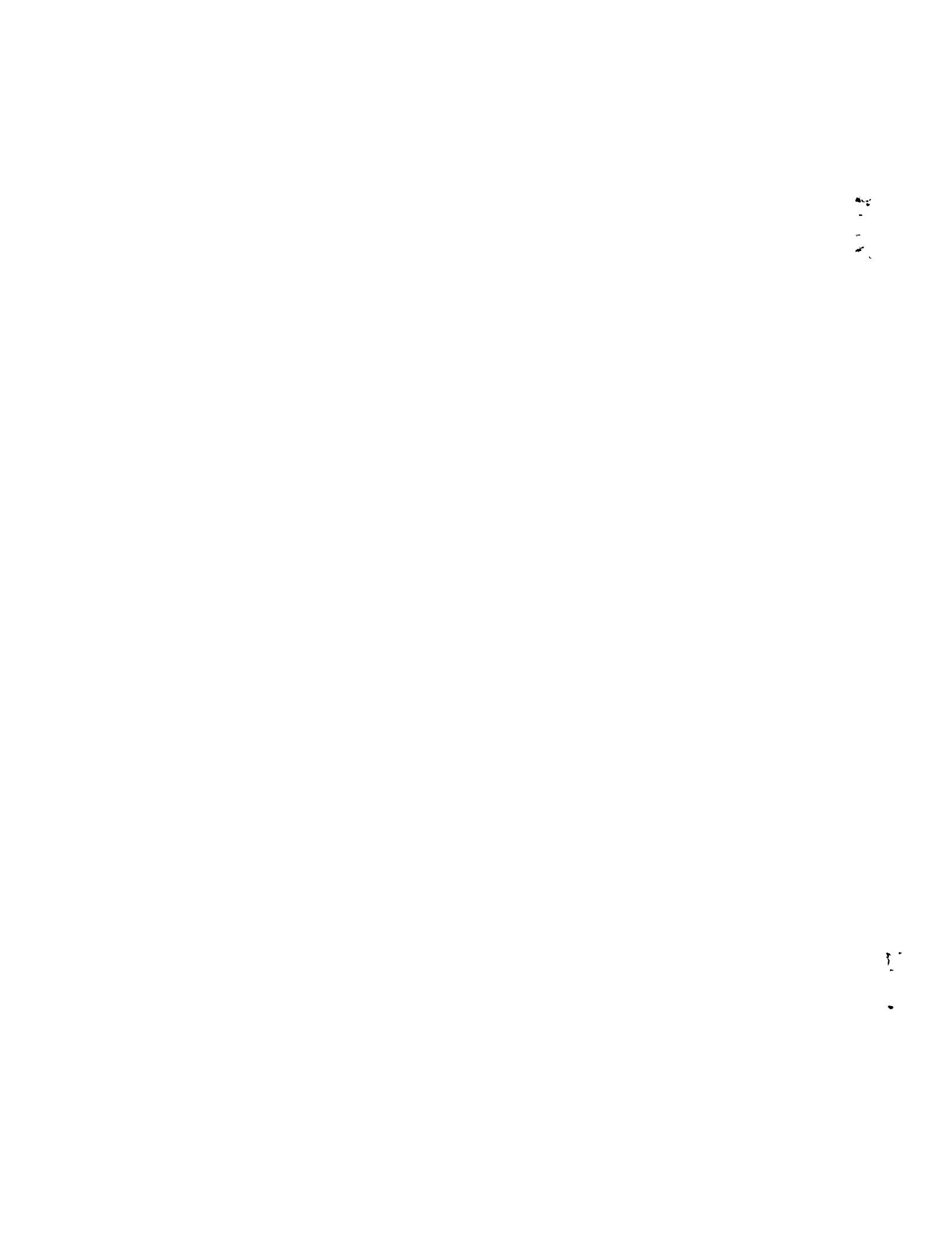






3





3/6

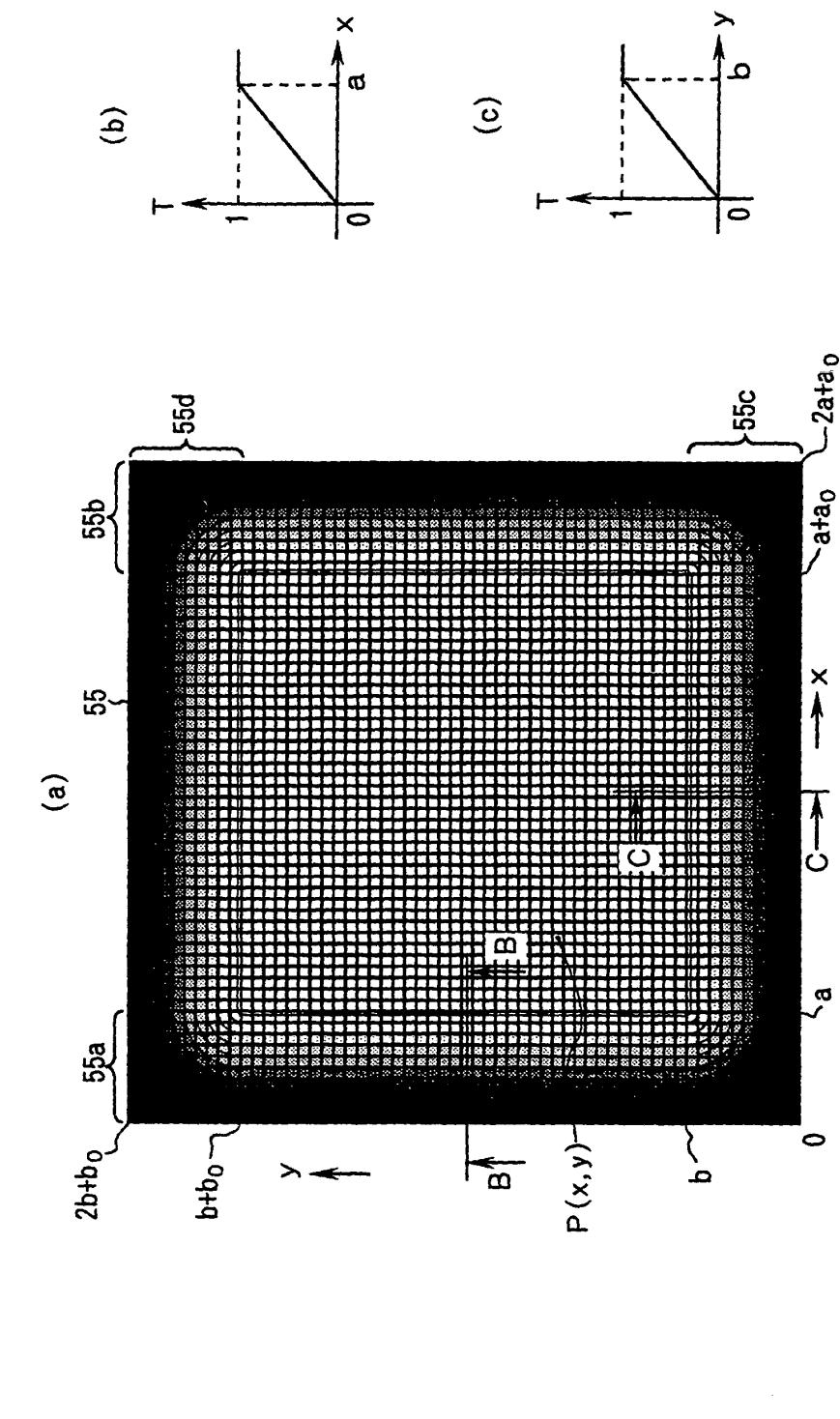
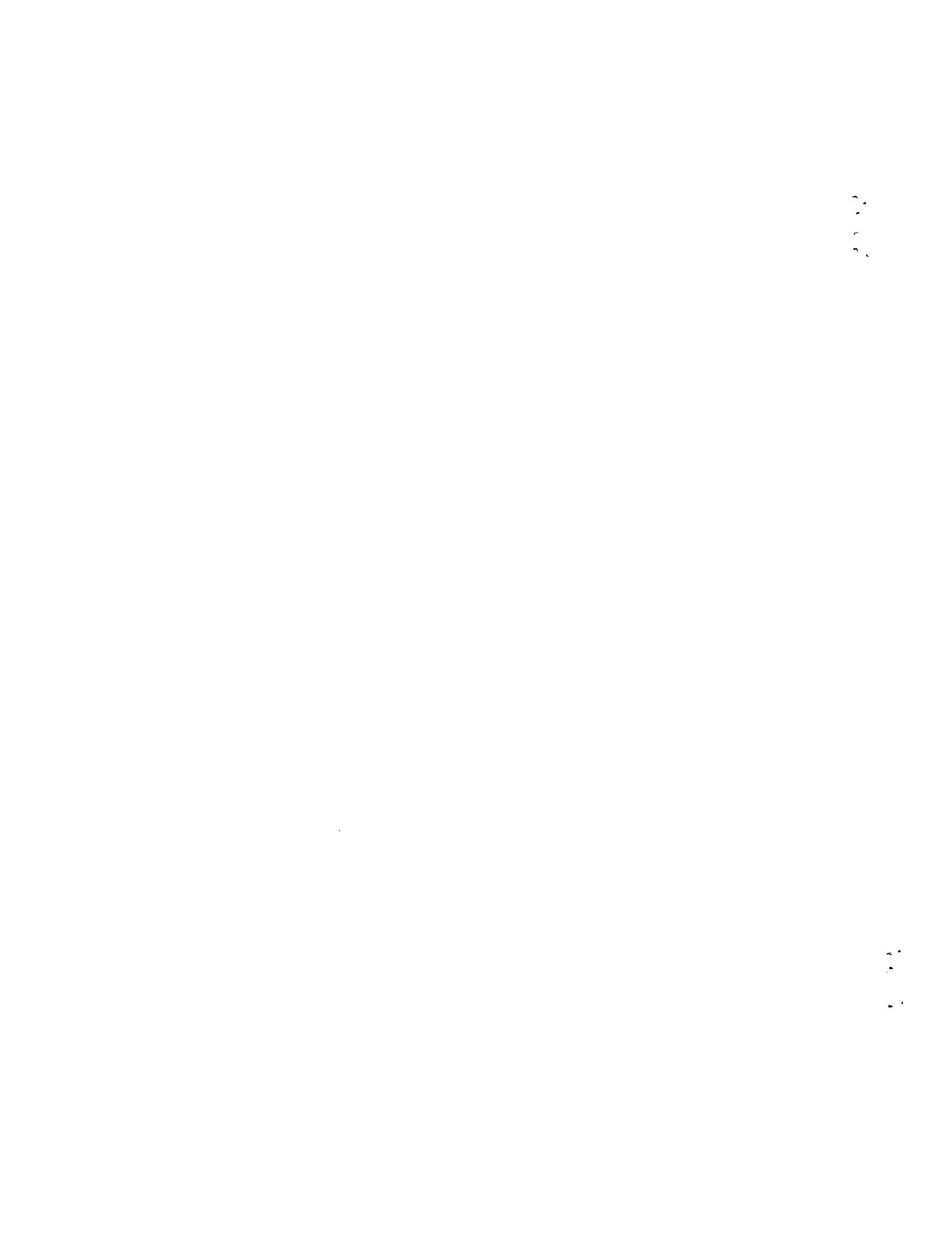


図 4



4/6

図 5

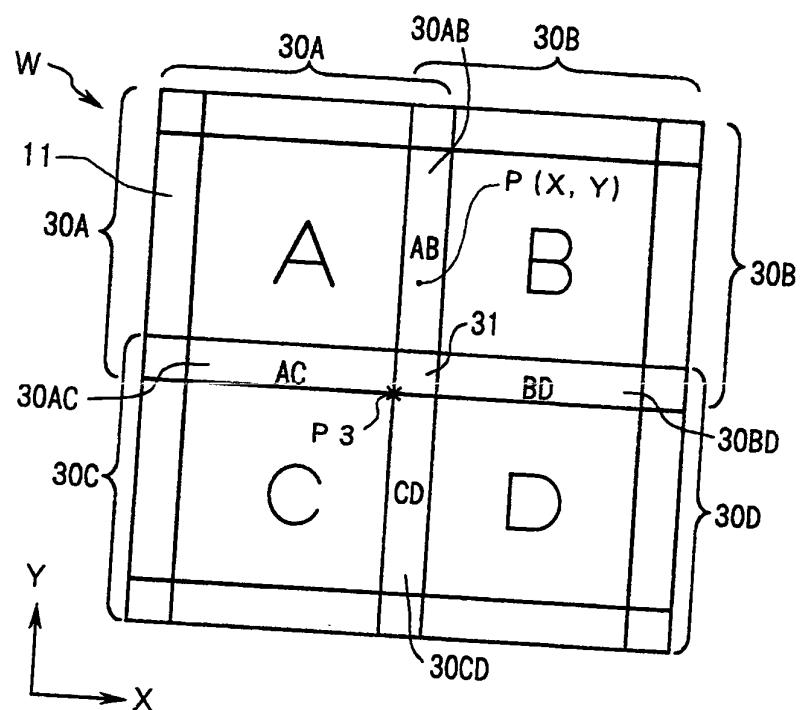
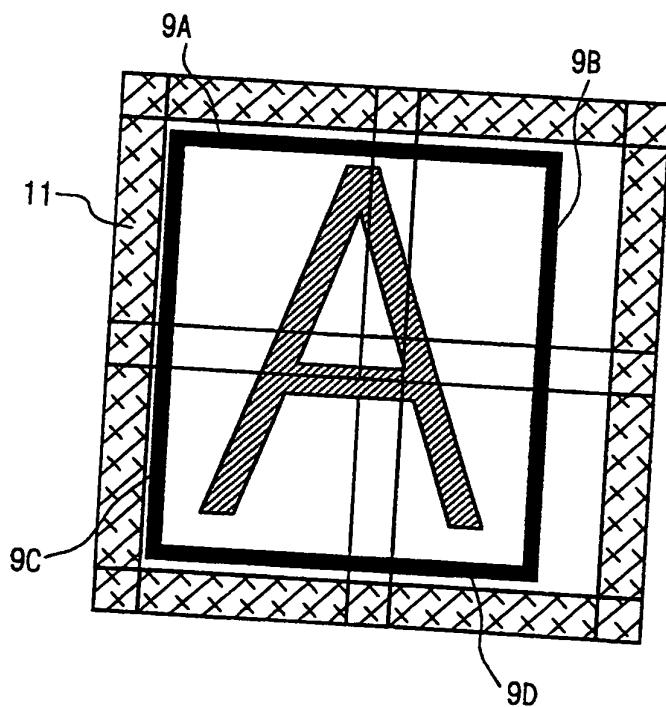
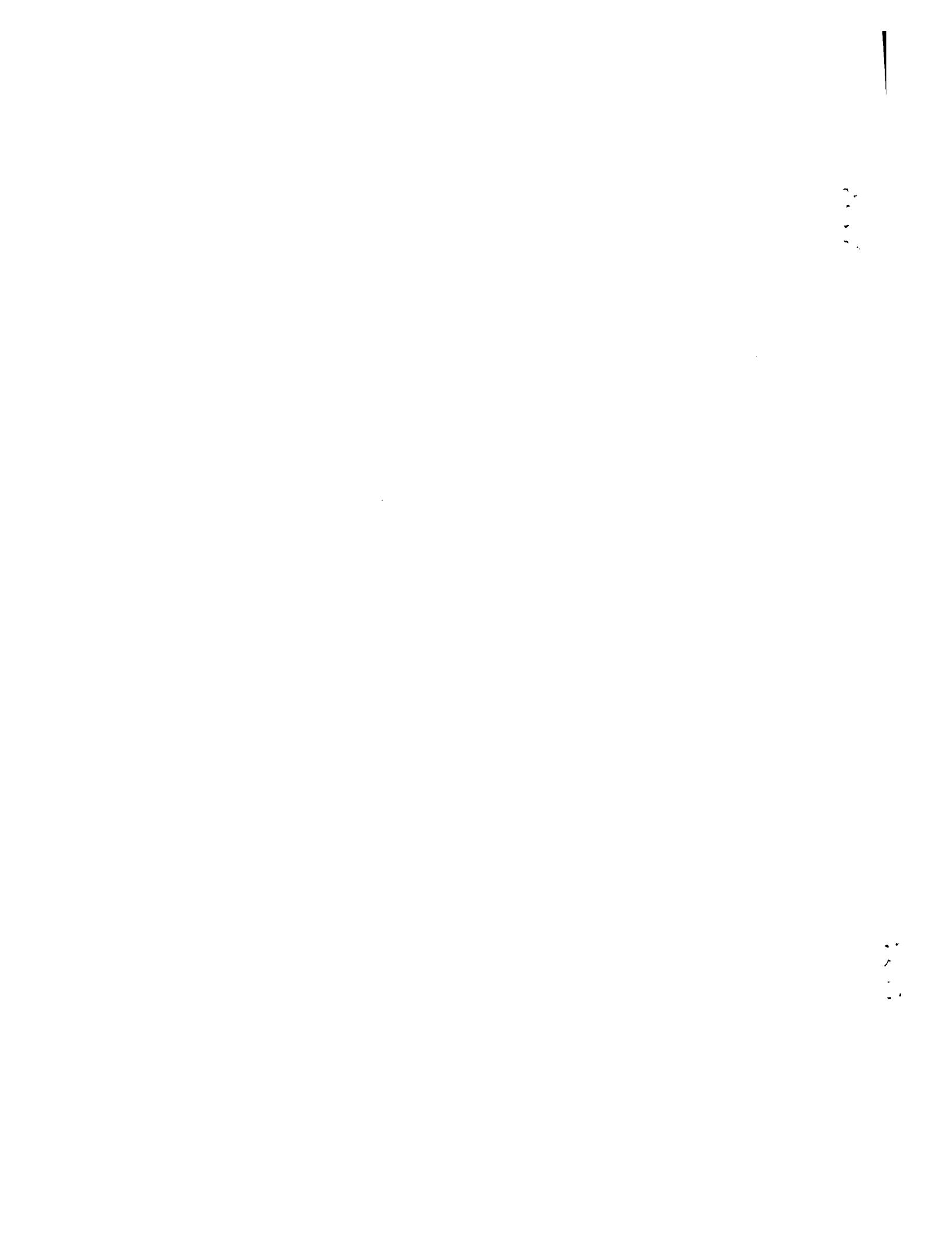


図 6





5/6

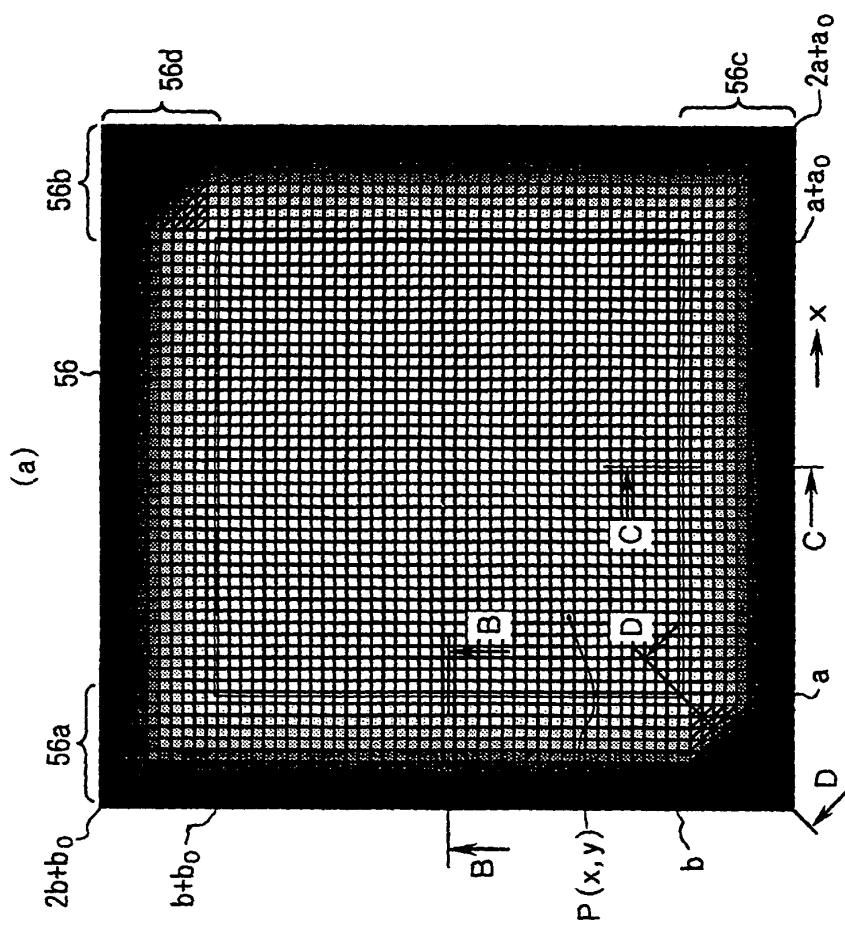
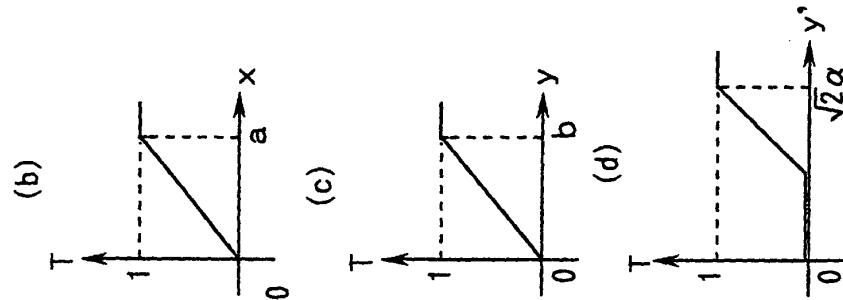


図 7

8
8
8
8

8
8
8
8

6/6

図 8

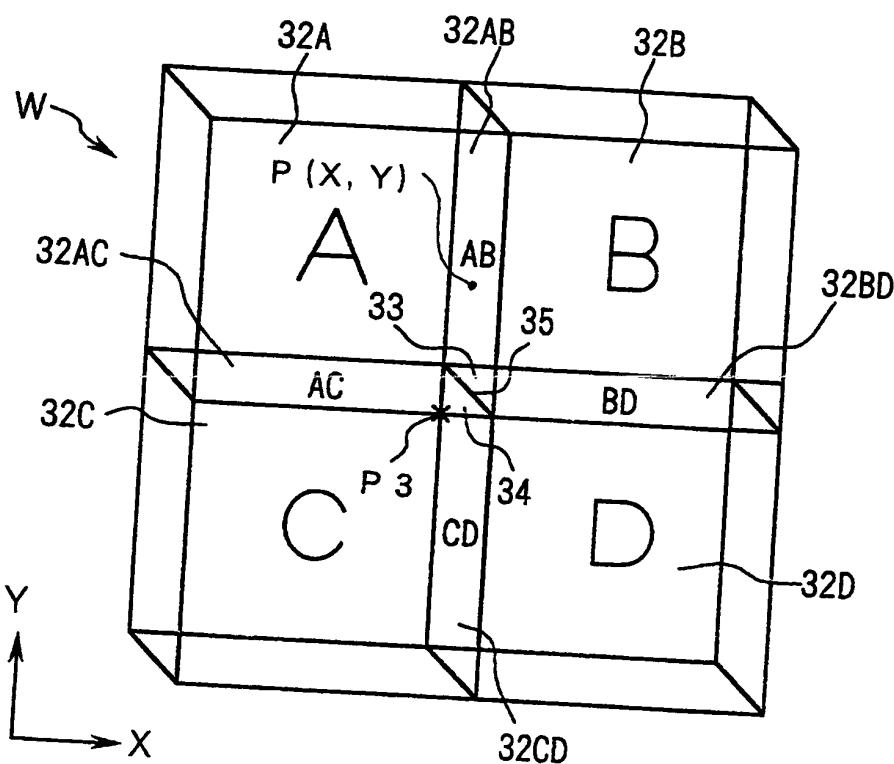
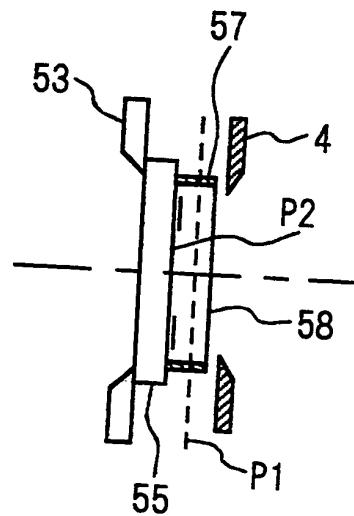
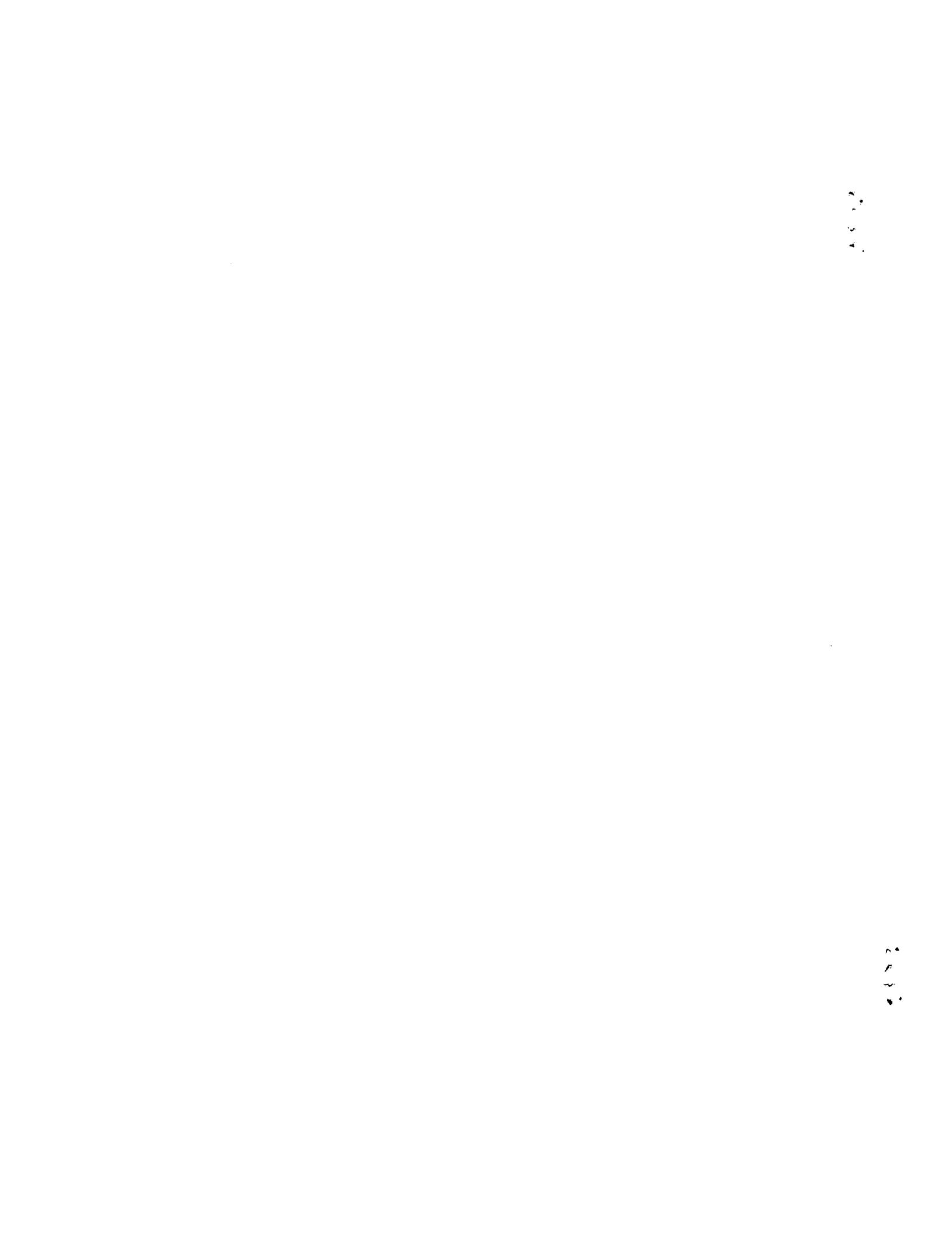


図 9





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20, G03F1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20, G03F1/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 10-256140, A (Canon Inc.), 25 September, 1998 (25.09.98), Par. Nos. [0013] to [0020] (Family: none)	1-27
A	JP, 7-235466, A (Nikon Corporation), 05 September, 1995 (05.09.95), Par. Nos. [0018] to [0023] (Family: none)	1-27
A	US, 5486896, A (Nikon Corporation), 23 January, 1996 (23.01.96), Page.1 & JP, 6-349711, A page 1	1-27
A	JP, 7-135166, A (Nikon Corporation), 23 May, 1995 (23.05.95), Par. Nos. [0008] to [0010] (Family: none)	1-27

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 June, 2000 (06.06.00)	Date of mailing of the international search report 20 June, 2000 (20.06.00)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

62

63

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/01540

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl' H01L21/027, G03F7/20, G03F1/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl' H01L21/027, G03F7/20, G03F1/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI/L

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 10-256140, A (キヤノン株式会社) 25. 9月. 1998 (25. 09. 98) [0013]-[0020] (ファミリーなし)	1-27
A	JP, 7-235466, A (株式会社ニコン) 5. 9月. 1995 (05. 09. 95) [0018]-[0023] (ファミリーなし)	1-27

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 06. 06. 00	国際調査報告の発送日 20.06.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 岩本勉印 2M 9355 電話番号 03-3581-1101 内線 3274

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPOO/01540

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	U.S. 5486896, A (Nikon Corporation) 23. 1月. 1996 (23. 01. 96) Page. 1	1-27
A	& J.P. 6-349711, A 第1頁	1-27
A	J.P. 7-135166, A (株式会社ニコン) 23. 5月. 1995 (23. 05. 95) [0008]-[0010] (ファミリーなし)	1-27